Akademos : revue de la Conférence nationale des Académies des sciences, lettres et arts

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

{BnF Gallica

Conférence nationale des académies des sciences, lettres et arts (France). Auteur du texte. Akademos : revue de la Conférence nationale des Académies des sciences, lettres et arts. 2013-10-01.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :
- La réutilisation non commerciale de ces contenus ou dans le cadre d'une publication académique ou scientifique est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source des contenus telle que précisée ci-après : « Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France » ou « Source gallica.bnf.fr / BnF ».
- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service ou toute autre réutilisation des contenus générant directement des revenus : publication vendue (à l'exception des ouvrages académiques ou scientifiques), une exposition, une production audiovisuelle, un service ou un produit payant, un support à vocation promotionnelle etc.

CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

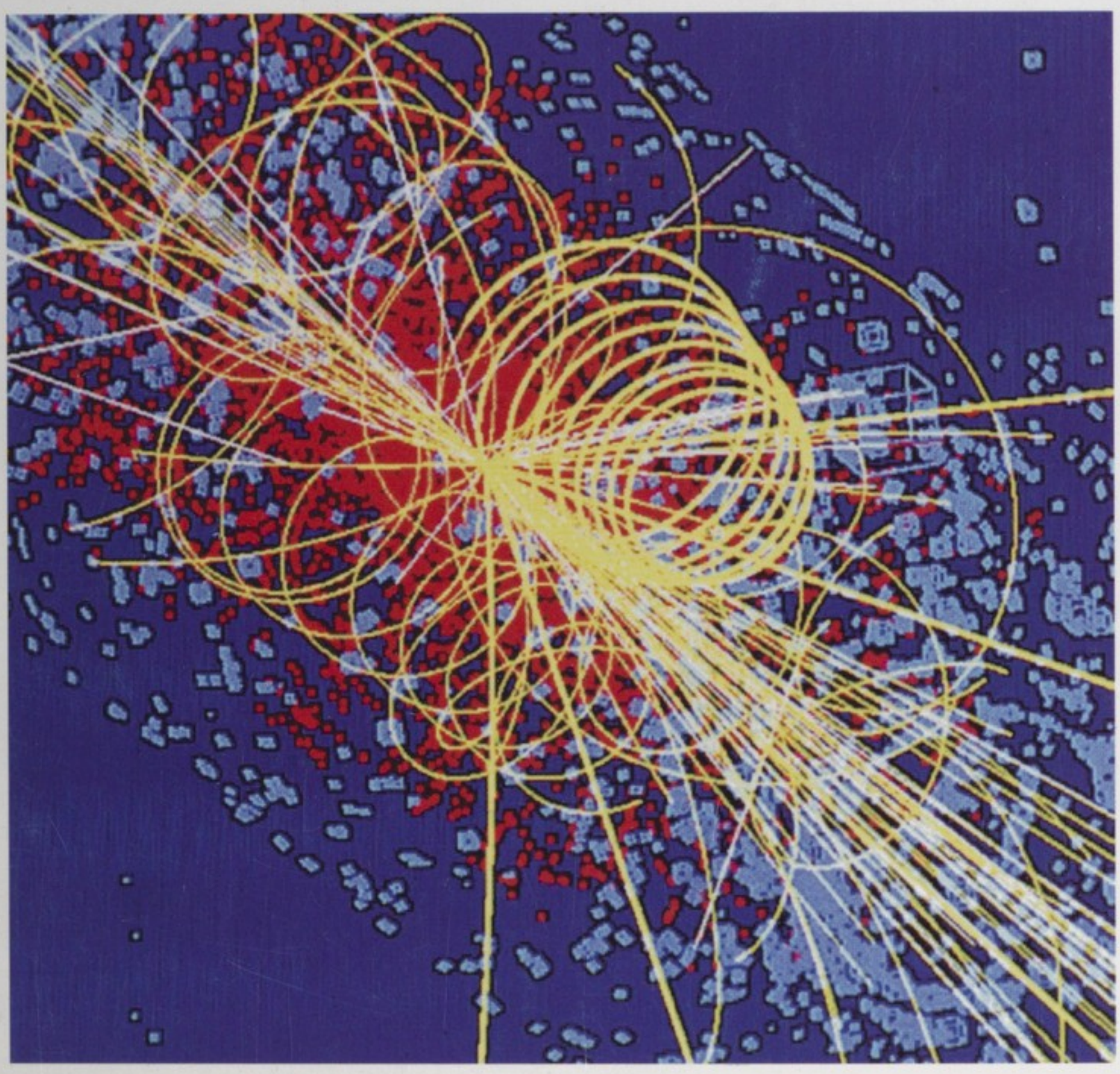
6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter **utilisation.commerciale@bnf.fr**.

INSTITUT DE FRANCE

L'ESPRIT EN PROGRÈS

Conférence Nationale des Académies des Sciences, Lettres et Arts



AKADEMOS
2013

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

Illustration de la couverture : Le Boson de Higgs (cliché CERN)

Directeur de la publication : Monsieur François Braud
Les opinions émises par les auteurs dans ces Actes n'engagent pas la responsabilité
de la Conférence Nationale des Académies des Sciences, Lettres et Arts

© Conférence Nationale des Académies des Sciences, Lettres et Arts, Palais de l'Institut, 23 Quai Conti 75006 Paris

INSTITUT DE FRANCE
CONFÉRENCE NATIONALE
DES ACADÉMIES DES SCIENCES, LETTRES ET ARTS

L'ESPRIT EN PROGRÈS

SOUS LA DIRECTION
DE M. MICHEL WORONOFF

AKADEMOS
2013

SOMMAIRE

Avant - propos ..... p. 7

François BRAUD
Président de la Conférence Nationale des Académies ..... p. 9

Introduction ..... p. 13

Les Lumières et le drame de l'esprit en progrès
Bernard BOURGEOIS membre de l'Institut,
Président d'honneur de la Conférence ..... p. 15

Contribuer au progrès des sciences et de leurs applications
Philippe TAQUET Président de l'Académie des Sciences ..... p. 19

I. La marche vers le progrès ..... p. 27

L'éviction des âges de la vie et des fins dernières et le passage à la notion de progrès : une étape du progrès de l'esprit ?
Académie de Montpellier, Christian BELIN et Bernard CHEDOZEAU p. 29

L'esprit en progrès vers le point oméga
Académie d'Alsace, Bernard PIERRAT ..... p. 41

L'esprit comme principe d'altérité
Académie de Metz, Yves LEDURE ..... p. 51

Hominescence et communication ou l'esprit en progrès
Académie du Var, Bernard BRISOU ..... p. 59

Évolution du cerveau et progrès
Académie de Villefranche et du Beaujolais, Robert GAILLARD ... p. 65

II. Les outils de progrès ..... p. 73

Tradition, évolution et révolution à la lumière de l'histoire de la Médecine
Académie de Montpellier, Thierry LAVABRE-BERTRAND ..... p. 75

Quand l'esprit de progrès souffla enfin dans les sciences bio-médicales
Académie de Bordeaux, Jacques BATTIN ..... p. 85

Évolution de la pensée scientifique : de la réalité-vérité à la réalité- modèle-dépendant
Académie de Montpellier, Jean-Pierre NOUGIER ..... p. 93

Le progrès des nouvelles technologies de communication : menace ou chance ? Vers une intelligence « commune »
Académie d'Aix-en-Provence, Marie-Jeanne COUTAGNE ..... p. 105

Révolution informatique et communication
Académie de Rouen, Denis DE BRUCQ ..... p. 111

L'esprit physicien en mutation
Académie du Var, Geneviève NIHOUL ..... p. 127

III. Les acteurs de progrès ..... p. 133

Parmentier, le mémoire de 1772 couronné par l'Académie de Besançon
Académie de Besançon, Marie-Claire WAILLE ..... p. 135

L'œuvre de Raynal : une machine au service du progrès
Académie de Marseille, Gilles BANCAREL et Henri TACHOIRE ... p. 145

Robert Owen à New Lanark ou le socialisme utopique en action
Académie d'Orléans, Gérard HOCMARD ..... p. 157

André-Marie Ampère en quête de La Vérité
Académie de Lyon, Michel DÜRR ..... p. 163

Jacques Lordat (1773-1870) : fondateur de la neuropsychologie cognitive ?
Académie de Montauban, Jean-Luc NESPOULOUS ..... p. 175

IV. Les expériences de progrès ..... p. 187

Des sciences agronomiques à l'agriculture : analyse critique de l'esprit de progrès
Académie d'Angers, Jean SALETTE ..... p. 189

Exigences spirituelles de progrès et ruralité
Académie d'Angers, Jacques de LATROLLIÈRE ..... p. 199

La radio a été découverte 100 ans plus tôt, mais...
Académie de Villefranche et du Beaujolais, Marius COUSIN ..... p. 211

L'esprit en progrès peut-il tenir à un cheveu ?
Académie de Dijon, Michel PAUTY ..... p. 217

L'étude de l'homme en micro-gravité, l'expérience tourangelle
Académie de Touraine, Léandre POURCELOT ..... p. 229

V. Synthèse ..... p. 237

Sans cesse le Progrès...
Michel WORONOFF ..... p. 239

AVANT-PROPOS

AVANT-PROPOS

par

François BRAUD
Président de la Conférence Nationale des Académies

Au moment d'ouvrir le colloque de la Conférence Nationale des Académies des Sciences, Lettres et Arts de France les 4 et 5 octobre 2013, permettez-moi d'avoir avec vous, une pensée émue pour notre ancien Président d'honneur, Alain Plantey, décédé le 3 mars 2013, qui a fait l'objet d'obsèques solennelles à l'église de Saint-Louis des Invalides et à la cour d'honneur de l'Hôtel National des Invalides. Il y a deux ans déjà, à notre précédent colloque des 7 et 8 octobre 2011 à Paris, Mme Jeanne-Marie Demarolle, notre précédent président de la Conférence, avait fait part de son regret de déplorer l'absence d'Alain Plantey due à de très sérieuses raisons de santé. Permettez-moi aujourd'hui de lui renouveler l'hommage qui lui a été rendu à la cérémonie de ses obsèques.

En revanche, nous avons l'honneur et aussi le plaisir d'accueillir aujourd'hui M. le Professeur Bernard Bourgeois, vice-président de l'Académie des Sciences Morales et Politiques et président d'honneur de la Conférence Nationale des Académies, qui a accepté de représenter à notre manifestation M. le Chancelier Gabriel de Broglie, ce dont je lui suis très reconnaissant.

Le thème de réflexion retenu est particulièrement riche et surtout ambitieux. Aussi est-il de mon devoir d'assurer de notre profonde gratitude M. Gabriel de Broglie, Chancelier de l'Institut de France. Après avoir approuvé le sujet proposé, il nous a apporté un soutien décisif, témoignage de son attachement à la Conférence Nationale des Académies. Il aurait voulu, comme précédemment, mettre à notre disposition les locaux de l'Institut, mais il a été dans l'impossibilité de nous les proposer en raison d'importants travaux à réaliser dans ce lieu prestigieux. Président de la Fondation Simone et Cino del Duca, il a bien voulu nous accueillir ici au siège de la Fondation qu'il préside. En outre, grâce à l'aide de cette dernière, les *Actes* du colloque peuvent prendre la forme d'un beau volume. Impérativement retenu à la villa Kerylos, M. le Chancelier Gabriel de Broglie est donc représenté par M. le Professeur Bernard Bourgeois, le président d'honneur de notre Conférence Nationale. Il incarne, comme avait eu l'occasion de l'écrire notre ancienne présidente, Mme Jeanne-Marie Demarolle : « les liens si précieux établis entre l'Institut et la Conférence Nationale dès la fondation de celle-ci, grâce aux prédécesseurs de Monsieur le Chancelier Gabriel de Broglie, Edouard Bonnefous et Pierre Messmer et aussi à l'indéfectible soutien de notre précédent président d'honneur, Alain Plantey ». Dans cette reconnaissance, nous ne pouvons pas oublier Mme Leticia Petrie, directrice des services de l'Institut et ses homologues à la Fondation Simone et Cino del Duca, Mme Camille Bouvier, déléguée de la Fondation et Mme Juliette Nollet, responsable de l'administration de cette Fondation, qui ont su toujours répondre à nos demandes avec une souriante et obligeante disponibilité. L'excellence du déroulement de notre colloque leur doit beaucoup.

Je voudrais revenir au volume des *Actes* dont, conformément à une tradition maintenant bien établie, chaque Académie recevra ses exemplaires à l'issue du Colloque, M. Philippe Taquet, président de l'Académie des Sciences, a eu l'extrême obligeance de présider le comité de lecture. Sa compétence a guidé notre choix. Qu'il en soit vivement remercié. L'ouvrage doit certes beaucoup à nos confrères qui ont donné de leur science et de leur temps, mais il doit davantage à M. Michel Woronoff. Reprenant mot à mot les appréciations élogieuses dont il avait fait l'objet de la part de Mme Jeanne-Marie Demarolle au précédent colloque parisien, je dira avec elle : « véritable démiurge, il a non seulement défini le thème et les champs de réflexion de la réunion – ce fut là chose facile, oserais-je dire, mais il s'est plus encore employé sans relâche à faire respecter les délais et les normes. Cent fois sur le métier il a remis l'ouvrage. Que d'heures passées, que de tact et que d'abnégation derrière ces pages ! Plus de trois cents en vérité, puisque les contraintes horaires ne permettent malheureusement pas de présenter en séance l'intégrale des contributions envoyées. Mais leur enrichissante lecture permettra à chacun, de retour dans sa « petite patrie », de prolonger le colloque à son gré dans un cadre plus familier, mais il est vrai moins prestigieux ». Je ne serais pas honnête si je ne faisais pas référence aux ennuis de santé de M. Michel Woronoff, aujourd'hui en grande partie surmontés, qui a dû subir deux interventions chirurgicales en décembre 2012 et en mars 2013.

Reprenant les ambitions de la Conférence Nationale des Académies si bien énoncées par Mme Jeanne-Marie Demarolle, je renouvelle l'affirmation de cette dernière en écrivant : « la Conférence Nationale des Académies, en dépit de sa jeunesse, moins de vingt printemps, souhaite s'inscrire, à l'instar des compagnies qui la composent, dans la tradition. Une tradition qui, depuis le XVIII^{e} siècle et au fur et à mesure de la spécialisation des disciplines et des sociétés savantes, assure aux Académies leur véritable identité. Celle-ci repose sur l'association étroite de talents divers pour assurer le progrès des connaissances, la transmission et la mémoire du savoir pour ancrer résolument les valeurs humanistes dans le monde d'aujourd'hui ».

Le thème choisi pour le présent colloque « L'esprit en progrès » est une excellente illustration de ce propos. Comment ne pas être impressionné par le sujet extrêmement riche qui permet à chaque discipline de s'exprimer. L'académicien ne peut que se sentir concerné et abordera le sujet selon la culture qui l'a façonné. Les communications envoyées à l'occasion de ce colloque sont particulièrement significatives, sur ce point.

Une première piste de réflexion est celle de fournir des exemples de « L'esprit en progrès ». C'est le cas du Professeur Jacques Battin de l'Académie de Bordeaux qui témoigne des améliorations réalisées dans les sciences bio-médicales intitulant son travail « Quand l'esprit de progrès souffle enfin dans les sciences bio-médicales ». C'est également celui de M. Denis de Brucq de l'Académie de Rouen qui évoque la révolution informatique dans les techniques de communication. M. Marius Cousin de l'Académie de Villefranche et du Beaujolais prend l'exemple de la radio pour faire apparaître que sa découverte est l'aboutissement d'un long processus d'allers-retours entre la théorie et l'expérience faisant appel à ce sujet à une belle citation de Trin Xuan Thuan : « Une chose ne peut surgir que si elle est reliée, conditionnée et conditionnante ». C'est une personnalité André-Marie Ampère, qui est prise en exemple par M. Michel Dürr de l'Académie de Lyon. Cet académicien a donné à sa communication le titre suivant : « André Marie Ampère

en quête de vérité : les fulgurances d'un génie ». Dans le prolongement de cette intervention, Robert Gaillard de l'Académie de Villefranche et du Beaujolais décrit le cerveau au centre du système nerveux en y distinguant le cerveau émotionnel à l'origine de l'instinct et le cerveau rationnel constitué par les deux hémisphères cérébraux et pense avoir recours à l'informatique pour une étude approfondie de cet organe humain. Sur un ton quelque peu humoristique, Michel Pauty de l'Académie de Dijon, dans une communication intitulée « l'esprit en progrès peut-il tenir à un cheveu ? » conclut : les diverses propriétés du cheveu découvertes après les découvertes électrostatiques de Thales de Millet attestent des nombreux et importants progrès accomplis pour la compréhension du modèle mécanique de cheveu. Dernier exemple de l'Esprit en progrès », le travail de Léandre Pourcelot de l'Académie de Touraine. Celui-ci évoque la participation des équipes des laboratoires de Tours, Laboratoire de Biophysique LBM et l'Unité de médecine Spatiale UMPS de l'Université et du Centre hospitalier et universitaire de Tours qui ont eu un rôle important dans la coopération internationale pour étudier l'adaptation de l'homme dans l'espace, mettre au point des techniques d'exploration par ultrasons, proposer des contremesures, participer activement aux simulations au sol de la microgravité et assurer le transfert des technologiques.

Le deuxième thème de réflexion concerne « les études et les recherches visant à saisir les causes premières, la réalité absolue ainsi que les fondements des valeurs humaines et envisageant les problèmes à leur plus haut degré de généralité ». Vous reconnaissez là une des définitions données par le dictionnaire Petit Robert à la philosophie. Se rattache à ce courant, la communication de Messieurs Christian Bellin et Bernard Chedozeau de l'Académie de Montpellier, qui repose sur le postulat du progrès de l'évolution sociale, depuis la crise de conscience européenne au moment du siècle des Lumières. Selon ces académiciens, « le progrès n'a de fondement qu'en l'homme même ». Gérard Hocmard, de l'Académie d'Orléans, choisit de décrire un modèle d'organisation sociale, celui du socialisme utopique de Robert Owen caractérisé par son volontarisme, la notion de solidarité communautaire et aussi l'idée de promouvoir une forme de démocratie locale. Yves Ledure, de l'Académie de Metz, définissant l'esprit comme principe d'altérité, expose que la philosophie cultive une dynamique de l'étonnement et de l'interrogation pour liquéfier ce qui a tendance à se scléroser. Le principe d'altérité par sa dynamique spirituelle du dépassement arrache l'homme à son animalité d'origine. Geneviève Nihoul, de l'Académie du Var, qui se penche sur l'évolution de la science physique, insiste sur la mutation de l'esprit physicien, en écartant la responsabilité des scientifiques sur l'usage bon ou mauvais des découvertes qui est fait par le responsable de la société civile. Dans le prolongement de cette étude scientifique, Jean-Pierre Nougier, de l'Académie de Montpellier, réfléchit sur l'évolution de la pensée scientifique en prenant comme exemple les études effectuées sur le phénomène de la lumière. Il conclut en ces termes : « Ainsi ce que nous considérons comme étant la réalité n'est, en aucun cas, la vérité, c'est-à-dire une propriété intrinsèque que nous pouvons plus ou moins bien appréhender et comprendre. La réalité est seulement l'image que nous nous faisons du monde qui nous entoure, image liée au modèle que nous utilisons pour interpréter nos observations et nos expériences : c'est une réalité-modèle dépendant par opposition à la réalité-vérité que probablement nous n'atteindrons jamais. L'approche philosophique de « l'esprit en progrès » atteinte son paroxysme avec l'exposé résumé de la pensée de Teilhard de Chardin par Bernard Pierrat de l'Académie d'Alsace, laquelle constitue sans aucun doute la plus grande tentative intellectuelle

pour rapprocher la raison et la foi, voire pour les réconcilier au XX^{e} siècle. Cet académicien a le mérite de nous sensibiliser à la pensée extrêmement riche et foisonnante de ce philosophe difficile parfois à comprendre et adoptée ou répudiée selon les cas par les tenants de la science et de la spiritualité. Celui-ci nous indique que si l'oméga de la science n'est formulé par Teilhard de Chardin que comme postulat de la phénoménologie humaine, il peut devenir acte de foi dans la phénoménologie chrétienne et s'identifier à Dieu. Selon Teilhard de Chardin, la foi n'est pas le contraire de la raison, mais son moment critique. La foi est la négation des limites de l'homme. La science ne donne pas les éléments d'une foi, pas plus que la foi ne répond aux exigences de la science et il ne saurait y avoir d'interférence. Oméga peut représenter une exigence d'unité permettant à l'homme d'articuler science et foi. Il n'y a pas de concordisme dans cette démarche mais une cohérence.

Cette réflexion collective repose sur un postulat implicitement optimiste. « L'esprit en progrès » ne peut conduire, aboutir qu'à une amélioration de la vie sociale, qu'à des progrès dans la recherche scientifique, qu'à des développements des réalisations techniques. Mais n'est-ce pas là présumer des facultés de l'esprit humain ? N'y a-t-il pas lieu de se méfier de certaines dérives de celui-ci ? Albert Einstein, le grand physicien d'origine allemande, avait pressenti cette difficulté en refusant de participer à l'élaboration de la bombe atomique à Los Alamos, en écrivant à Roosevelt pour le dissuader d'en faire usage et en devenant, en mai 1946, président du « Comité de vigilance des savants atomistes ». Sur le plan médical, un comité d'éthique a été constitué en France. La notion de morale et, derrière elle, celle du droit est introduite dans le débat. Ce thème est abordé dans la communication de Bernard Brisou de l'Académie du Var, intitulée « Hominescence et communication ». Après une description très scientifique et très technique de la Création où sont distingués le règne animal et le règne végétal, l'auteur explique que le moteur essentiel des progrès est la liberté, « l'aimant tirant le processus évolutif vers l'avant et vers le haut est toujours et maintenant la quête de liberté à tout prix ». Mais de siècle en siècle, l'esprit toujours inventif est-il encore en progrès ? La question se pose, car la médaille a son revers. Selon la remarque d'Hanna Arendt, « le progrès et la catastrophe sont l'avers et le revers d'une même médaille ». Reste toujours un « mais » lancinant. La face obscure de la Force combat pied à pied les côtés lumineux de l'Evolution. Nous sommes de perpétuels migrants en quête d'un mieux être ensemble qui espèrent un avenir lumineux. Continuons notre route, avec en tête, ce terrible mot d'Albert Einstein « le mot progrès n'aura aucun sens, tant qu'il y a aura des enfants malheureux ».

Sans être absolument pessimiste, je reprends à mon compte la conclusion de l'avant-propos de Jeanne-Marie Demarolle relatif au colloque précédent de Paris dont le thème était « Les Académies et la découverte de la Terre ». Dans ma réflexion, disait-elle, il y a « une certaine ambigüité entre l'espoir, celui d'avoir toujours du nouveau à découvrir en triomphant des peurs ancestrales et le regret ou même le remords de mesurer les irréversibles destructions causées par ces fantastiques découvertes : destructions de sites, destructions d'espèces, destructions de cultures ». « … A sa façon, ce colloque se veut un témoignage de l'implication académique forte et continue, dans le champ de sciences. Mais au XXI^{e} siècle comme au XVIII^{e} les Académies riches de compétences et d'approches intellectuelles variées, se doivent de rester lieu de méditation et relais de réflexion… C'est ainsi qu'elles parviendront à maintenir vivante et utile, au-delà des indispensables et nécessaires mutations, leur vocation fondamentale ».

INTRODUCTION

LES LUMIÈRES ET LE DRAME DE L'ESPRIT EN PROGRÈS

par

Bernard BOURGEOIS, *Membre de l'Institut,*
Président d'honneur de la Conférence Nationale des Académies

Je vous proposerai deux considérations préliminaires.

Voici la première. L'espèce humaine, comme les autres espèces, évolue, l'homme, comme les autres vivants, grandit : c'est affaire de nature. La nature, en son cours général, présente des progressions, celle d'un feu, d'une maladie, mais on ne parle proprement de progrès – la nuance langagière exprime ici une mutation du sens – au sujet d'un développement que si la fin ou l'objectif et les moyens de l'être qui se développe procèdent d'un rapport *négatif*, c'est-à-dire non natif, non naturel, qu'il a à lui-même. Cette dénaturation qu'est tout progrès peut, d'ailleurs, l'exposant ainsi lui-même à la négation, le faire suspecter, voire condamner, par qui s'attache à la nature comme à la mesure de référence d'une vie bien ordonnée. La dénaturation peut être purement contrainte dans le cas du dressage de l'animal, dont on dira qu'il fait des progrès, mais qui, extorqués par l'homme, lui restent extérieurs, limités et précaires, dans cette domestication en quelque sorte humanisante de lui-même. Tandis que, dans l'éducation de l'homme, l'obligation par laquelle il faut bien commencer ne fait qu'exciter et révéler à elle-même la négation de soi spontanée en quoi consiste la *liberté* de l'esprit, la liberté qu'est l'esprit. La présence de l'esprit, la présence d'esprit – comme on dit si bien – est ce par quoi l'homme répond, en la maîtrisant, à la situation toujours nouvelle, de façon toujours nouvelle, donc dans un progrès continu de lui-même. L'esprit n'est qu'à progresser, tout comme il n'y a de progrès que par l'esprit, que de l'esprit.

Je voudrais, en second lieu, faire remarquer que, si l'esprit, comme tel, progresse en sa liberté, c'est pour être de plus en plus lui-même : être libre, c'est bien être chez soi, d'abord dans en soi-même. Or, l'esprit, c'est ce qui, d'une part, discerne ou différencie, mais, d'autre part, comprend, prend ensemble ou identifie. C'est dire que, en même temps, à la fois, tout en un, il est, en les identifiant, identification et différenciation. Et, puisque l'identité différenciée ou la différence identifiée, c'est ce que l'on appelle une totalité, l'esprit est *totalisation*, fonction par laquelle on a désigné la raison. En ce sens, et parce qu'un tout se ferme sur soi, l'esprit, totalisant, est fermeture. Mais, en tant que progrès, il est rupture, ouverture : il lui faut détotaliser, pour retotaliser. Identifier autrement ce qu'on a différencié, différencier autrement ce qu'on a identifié, ce qu'il fait en sa fine pointe, à travers les jeux de mots et les paradoxes de celui qu'on appelle l'homme d'esprit. C'est par cette pointe qui surprend son monde, et que lui-même a si bien illustrée, que Voltaire définit, dans son *Dictionnaire philosophique*, l'esprit comme la raison, mais inventive, comme – c'est son expression – la « raison ingénieuse ». Exigence difficile. L'esprit peut n'être pas à la hauteur du lui-même. Déchoir, à travers la double et opposée tentation, soit de l'affirmation unilatérale du tout oppressif, soit de l'affirmation unilatérale de la rupture explosive, dans les régres-

sions également mortifères du totalitarisme et du nihilisme, qui font rechuter, en deçà de ordre imparfait de la nature, dans la barbarie. Le XVIII[e] siècle se révèle bien avoir été le siècle de l'esprit en son progrès aussi en ceci qu'il a distingué et exalté les deux pôles, aux potentialités si dangereuses en leur séparation exacerbée, de cet esprit. Le pôle de l'esprit totalisateur, intégrateur, des diverses communautés, que l'on vise dans l'« esprit des lois », l'« esprit d'un peuple », pôle aisément conservateur dont un Herder nourrit le romantisme allemand. Et le pôle de l'esprit dissolvant, individualisant, plutôt révolutionnaire, d'un Diderot très représentatif des Lumières françaises. Celles-ci ont cependant tenté également d'articuler entre eux ces deux pôles de l'esprit, et ce essentiellement à travers son progrès historique. Dans ce progrès historique, Condorcet, mais aussi Turgot, et, surtout, Voltaire, ont voulu voir à l'œuvre, en l'espérant vivifiante et non mortifère, la contradiction honnêtement et lucidement reconnue par eux au cœur de l'esprit.

Tous trois logent la source des progrès de l'esprit dans l'esprit lui-même, et non pas dans son contexte naturel. Ils savent bien que celui-ci conditionne la vie de l'esprit, négativement, en limitant son exercice : Voltaire surestime même le rôle du facteur racial. Mais ils rejettent toute détermination positive de la culture par la nature : on critique la théorie climatique de Montesquieu. Les vraies causes du progrès spirituel – écrit Turgot dans un Plan de discours sur l'histoire universelle – sont les « causes morales », au sens de causes relevant du « moral », comme non « physique ». Certes, l'esprit, en sa potentialité révolutionnante, culminant dans le *génie*, existe naturellement, mais c'est là l'existence native de ce qui s'affirme et déploie d'emblée suivant lui-même, spirituellement. Plus encore, car c'est plus intimement, dans son propre champ, il ne progresse pas en vertu de sa réalisation historique comme totalité mondaine, notamment socio-politique, déjà existante, issue du passé, mais à partir de l'énergie – c'est le mot de Condorcet – négative originaire de sa liberté intérieure, qui s'élance vers l'avenir. Aussi bien, toute théorie foncièrement socio-politique de l'histoire de l'esprit laisse échapper celui-ci et son progrès.

Il faut y insister, contre un certain nombre de théories qui se répandront dans les siècles suivants. Il n'est que trop vrai que le milieu mondain, les circonstances et les événements, peuvent perturber, voire écraser l'esprit, empêcher l'épanouissement du génie, mais, tant que celui-ci peut jouir d'une sécurité et intégrité minimale, c'est de lui seul qu'il tire son propre progrès. Que l'on tienne, avec Voltaire, que les peuples barbares ont toujours vaincu les peuples instruits, ou, avec Turgot, que les nations éclairées sont plus fortes, on s'accorde – et Condorcet, pourtant si soucieux de la dimension sociale de l'existence, est du même avis – pour considérer que l'esprit, par ses sciences, ses arts, sa culture pratique, détermine les progrès économico- politiques, bien plutôt que ceux-ci ne le détermineraient. Dans l'*Esquisse d'un tableau historique de l'esprit humain*, Condorcet relativise ainsi les effets de la liberté politique, mais souligne, à l'inverse, que les progrès en politique, tout comme en économie, ont eu leur première cause dans la philosophie, au sens large du terme. Voltaire, quant à lui, magnifie, dans l'*Essai sur les mœurs*, une telle maîtrise de l'esprit en son monde par l'esprit en son principe intérieur : c'est dans les horreurs des guerres civiles de l'antiquité romaine que Lucrèce, Virgile et Cicéron ont écrit leurs chefs-d'œuvre, et dans les désastres de la modernité anglaise qu'ont brillé Milton et Newton. Car, au plus intime de lui-même, l'esprit, toujours, se moque de la puissance mondaine par cela même qui le définit d'abord chez un Voltaire et que, précisément, un Condorcet célèbre comme le refuge absolu de sa liberté : le jeu avec soi-même dans la plaisanterie du mot d'esprit. Ici, ouvert à tout, convoquant tout, maîtrisant tout, l'esprit n'a bien affaire qu'à lui-même.

Si l'esprit, en sa subjectivité critique, peut ainsi maîtriser son objectivité mondaine, qui l'éloigne de lui-même et l'aliène à lui-même, c'est qu'il peut toujours agir sur elle par une objectivation immédiate, quasi elle-même encore intérieure, de lui-même, à savoir son expression dans la langue parlée ou écrite ; la liberté d'une telle expression va bien conditionner toute libération de l'esprit. Voltaire, lui encore, l'a dit fortement : « Quand une fois une langue commence à prendre sa forme, c'est un instrument que les grands artistes trouvent tout préparé et dont ils se servent sans s'embarrasser de qui gouverne et trouble la terre [1] ». C'est pourquoi aussi une langue indocile bloque tout progrès, comme c'est le cas avec l'écriture idéographique en Chine, où l'on meurt avant de savoir écrire. Le langage, qu'il faut prendre dans son sens large de corps propre de l'esprit constitué par les œuvres de celui-ci déjà produites, est, certes, le *milieu* et matériau total socialement institué, ensuite transmis par l'éducation, enfin ravivé par l'échange et le débat. Mais un tel capital spirituel socialement conditionné ne progresse qu'en étant repris, en sa totalité déterminée alors jugée insuffisante, dans et par la simplicité d'un esprit singulier qui le retotalise plus largement suivant un principe unificateur nouveau. L'invention de ce principe totalisant du contenu universel de l'esprit est l'*acte* concentrant en lui toute la personnalité énergique de l'esprit singulier, son génie.

Le moment décisif du progrès de l'esprit est bien cet acte créateur singulier de l'individu génial qui accomplit spirituellement la réalisation du monde mobilisant à cette fin toutes ses puissances naturelles et spirituelles. La nature y contribue du plus loin, en faisant que « les heureuses combinaisons du hasard concourent, avec les efforts du génie, à une grande découverte »[2]. Pour Turgot, « sans doute l'esprit humain renferme partout le principe des mêmes progrès »[3], mais l'esprit qui actualise effectivement cette capacité universelle de progrès, c'est-à-dire le génie, a été distribué seulement à quelques hommes. Certes, une telle distribution a été répandue sur toute la Terre, à peu près comme l'or dans une mine, mais cette égalité de la rareté a été rendue inégale par les circonstances et les hasards de l'histoire de la nature, puis de l'histoire des hommes, à travers, déjà, leur éducation. Si bien que les progrès de l'esprit, inégaux entre les nations et leurs membres, n'ont été le fait que de quelques génies illustrant des temps et des lieux déterminés. Voltaire ne retient que quatre âges d'or de l'esprit, dont le plus riche en progrès fut le siècle de Louis XIV : « On doit – dit-il – ces progrès à quelques sages, à quelques génies répandus en petit nombre dans quelques parties de l'Europe, presque tous obscurs et persécutés »[4]. Que l'esprit qui s'est répandu et installé, fixé, en un monde, progresse de la sorte, sans d'abord participer à son progrès dans le génie inventeur ou créateur, voire contre celui-ci, montre que, s'il n'a affaire qu'à lui-même, c'est en ayant à l'intérieur de lui-même son ennemi. Son intimité est, en même temps, sa négativité envers soi, ou sa *contradiction*. Les penseurs des Lumières ont parfaitement discerné une telle dramatique de l'esprit en son progrès.

L'esprit humain éclairé réfléchissant, au XVIII[e] siècle sur sa progression historiquement documentée, a pu, notamment chez Voltaire, Turgot et Condorcet, induire certains traits négatifs majeurs de cette progression, qui n'a rien d'une simple accumulation tran-

---

1. VOLTAIRE, *Essai sur les mœurs et l'esprit des nations*, tome III, Paris, Baudouin Frères, 1825, p. 342.
2. TURGOT, *Tableau philosophique des progrès successifs de l'esprit humain*, discours de Sorbonne du 11/12/1750, in *Œuvres de Turgot*, tome 1, par G. Schelle, Paris, Alcan, 1913, p. 215.
3. *Ibid.*
4. VOLTAIRE, *Siècle de Louis XIV*, tome III, Paris, Baudouin Frères, 1825, p. 59.

quille de résultats positifs obtenus par la coopération des esprits. Voici quelques aspects qu'ils ont dégagés de la négativité imprégnant l'esprit en son progrès.

D'abord, le progrès de l'esprit n'est qu'en se limitant, surtout à ses débuts, où il doit patiemment assurer ses assises, réservant pour la suite son accélération poursuivie et amplifiée. Turgot constate que les premières nations éclairées sont vouées à la stagnation. Ensuite, le progrès traverse de longues pauses et rétrogradations : la république de Hollande, observe Voltaire, fut tout près de détruire les principes de liberté et de tolérance pour lesquels elle avait combattu.

En outre le progrès se divise dans lui-même en plusieurs progrès tout à fait décalés : l'auteur de l'*Essai sur les mœurs*, actualisant la distinction classique de l'exercice de l'esprit en théorétique, poïétique et pratique, à travers le triptyque : sciences, arts et morale, décrit leurs devenirs discordants, et ce diversement selon les nations. Ainsi, la Chine a tôt et vite progressé en morale, mais n'a pas fait de progrès dans les sciences et les arts depuis deux mille ans ; l'Allemagne moderne a réussi en physique, mais pas dans les arts du goût; la conjonction des trois progrès a fait de la France louis-quatorzième une sorte de miracle, il est vrai insurpassable, donc unique. Cette division intestine du progrès de l'esprit exprime celle de l'esprit lui-même, dont le développement temporel est naturellement différent : la raison à la source des sciences a un progrès infini, tandis que les potentialités du goût et de la sensibilité, dont procèdent les Beaux-Arts, sont strictement limitées, le sentiment guidant la pratique devant, lui, quasi immédiatement accomplir celle-ci. Le progrès divisé de l'esprit accroît de la sorte, bien plutôt, son aliénation par rapport à sa destination essentielle d'unification de soi.

Enfin, à l'intérieur même de tel pouvoir et progrès de l'esprit, le négatif l'oppose à lui-même ; ainsi chez les Réformés, qui abolissent les exorcismes, mais continuent de croire en l'existence des possessions : « La raison humaine – lit-on chez Voltaire – en se délivrant d'une erreur, en conserve plusieurs autres, et s'en forme encore de nouvelles ». N'est-ce pas là l'anticipation empirico-historique du thème du conflit, de l'antinomie de la raison avec elle-même, qui sera bientôt discernée par Kant et développée par Hegel dans une philosophie strictement spéculative concevant dialectiquement la réunion du positif et du négatif dans le progrès de l'esprit ?

Le progrès alors accompli par l'esprit philosophant sur son progrès mondain, culturel, mais aussi philosophique, consistera à comprendre la dramatique spirituelle du progrès décrit historiquement par les penseurs des Lumières, en la fondant sur l'acte universel originaire de l'esprit, dont le génie singulier est l'intensification extraordinaire, et qui le fait se composer lui-même à travers son opposition à lui-même nécessaire à sa position *comme* esprit. Alors on comprendra le lien entre le conditionnement universel laborieux du progrès de l'esprit et son actualisation géniale singulière. Et aussi le lien entre la positivité et la négativité de ce progrès, tenant à ce que l'esprit ne se maîtrise véritablement qu'en se conquérant, ce qui requiert qu'il se fasse d'abord obstacle à lui-même. Et enfin le lien qui harmonise les divers pouvoirs agissant en lui dans ses divers progrès, et qui le totalise en un « esprit du monde », réel, qui n'a plus rien, ainsi, d'une abstraction rhétorique. Mais cette réconciliation multiforme de l'esprit avec lui-même en son progrès, proclamée par la raison spéculative allemande, n'annulera en rien l'immense apport et mérite des « philosophes » français qui ont su découvrir en leur critique le drame qu'est le progrès de l'esprit. L'optimisme final de la raison éclairée qui a, en eux, assumé lucidement le mal affectant d'origine le bien dans le fond de l'esprit, dément sans conteste les injustes accusations de naïveté et de cécité par lesquelles on a tenté, ultérieurement, de la discréditer.

CONTRIBUER AU PROGRÈS DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS

par

Philippe TAQUET, Président de l'Académie des Sciences

Depuis 1699, l'Académie des Sciences a pour mission de contribuer au progrès des sciences et de leurs applications. La vocation des sciences est en effet de comprendre l'être humain et le monde qui l'entoure, mais elle est aussi de concevoir les outils et les dispositifs destinés à améliorer son bien-être, dans le respect de son environnement. Au fil des siècles, une démarche rationnelle et scientifique a permis de découvrir et de décrire les caractéristiques du monde dans lequel nous vivons, de proposer une représentation exacte de la place de l'homme dans la nature.

Les progrès de l'esprit dans le domaine de la science peuvent se mesurer à l'aune de la succession des grandes découvertes, mais aussi en retraçant l'histoire des révolutions scientifiques chères à Thomas Samuel Kuhn, qui a souligné fort justement l'importance de l'introduction de nouveaux paradigmes qui permettent d'explorer des voies nouvelles. Le paradigme peut être défini comme une conception théorique dominante qui a cours à une certaine époque dans une communauté scientifique. Au sein d'un paradigme s'élabore une science faite de progrès successifs; mais lorsque de nouveaux faits contredisent ce paradigme, un nouveau paradigme s'instaure à la faveur d'une crise des idées scientifiques; une nouvelle phase de progrès scientifiques permet la construction de nouveaux concepts féconds et innovants : ainsi la Terre, de plate devient ronde, le soleil ne tourne plus autour de notre planète, les espèces évoluent et se transforment depuis les débuts de la vie sur terre et les continents se déplacent au fil des millions d'années.

Dans le domaine de la création artistique au contraire, la notion de progrès est des plus contestables ; les peintres des grottes Chauvet ou de Lascaux témoignent par leurs œuvres d'autant de talent que les peintres de la Renaissance, et les impressionnistes ne sont pas moins artistes et n'ont pas moins de génie que les cubistes.

La mesure du progrès des sciences et de l'esprit humain obéit à une longue tradition dont l'un des modèles le plus frappant et le plus spectaculaire fut en France, en 1808, la remise à l'Empereur du *Rapport historique sur les progrès des sciences, des lettres et des arts depuis 1789, et sur leur état actuel* [1]. Comme l'a très bien exposé Denis

---

[1] *Rapport à l'Empereur sur le progrès des sciences, des lettres et des arts depuis 1789.* II Chimie et sciences de la nature par Georges Cuvier. Présentation et notes sous la direction de Yves Laissus. Préface de Denis Woronoff. Belin. 1989. 1-333

Woronoff lors de la réédition de ces rapports en 1989, il s'agissait d'une commande de l'Etat à l'Institut et cette commande obéissait à une tradition, celle des Académies accoutumées, dès l'origine, à être ainsi consultées par « le Prince ».

Recevant la délégation de la première Classe de l'Institut, Napoléon déclara devant Bougainville et ses confrères: *J'ai voulu vous entendre sur les progrès de l'esprit humain de ces derniers temps afin que ce que vous auriez à dire fût entendu de toutes les nations et fermât la bouche aux détracteurs de notre siècle, qui, cherchant à faire rétrograder l'esprit humain paraissent avoir pour but de l'éteindre*[2].

La première partie du rapport qui était consacrée aux sciences mathématiques fut l'œuvre de l'astronome Jean-Baptiste Delambre. Le naturaliste Georges Cuvier, Secrétaire Perpétuel de la Première division fut chargé de la deuxième partie du rapport, celle qui a trait à la chimie et aux sciences naturelles. Comment mesurer l'importance des résultats nouveaux dans le domaine des sciences naturelles ? À cette question, Cuvier tente de répondre :

Nous pouvons nous représenter la nature et les sciences comme deux vastes tableaux, dont l'un devrait être la copie de l'autre. Tous deux sont divisés en une infinité de compartiments que les divers ordres de savants semblent s'être partagés, et qui n'en composent pas moins un seul et même système. Mais, dans celui qu'a formé la nature, tout est plein, tout est lié ; dans celui que les hommes ont essayé de faire, une grande partie des cases est encore absolument vide ; une autre n'est remplie que d'images incorrectes, et qui n'ont avec l'original qu'une ressemblance grossière; enfin, il faut l'avouer, tous les efforts de ceux qui ont cultivé les sciences, ne sont encore parvenus à reproduire avec fidélité qu'un bien petit nombre des traits de l'immense et sublime ensemble des êtres naturels (....). Placées entre les sciences mathématiques et les sciences morales, (les sciences naturelles) commencent où les phénomènes ne sont plus susceptibles d'être mesurés avec précision, ni les résultats d'être calculés avec exactitude; elles finissent, lorsqu'il n'y a plus à considérer que les opérations de l'esprit et leur influence sur la volonté. [3]

Dans l'esprit de Cuvier, l'Académie des Sciences joue un rôle essentiel : c'est en effet une grande chance que de pouvoir dans une telle instance mettre en commun toutes les formes de savoirs. L'Académie des Sciences permet en effet des échanges d'idées et des confrontations entre les spécialistes de toutes disciplines, tandis que l'Institut de France élargit encore le cercle des rencontres aux membres des autres Académies. Cuvier, encore lui, ne disait pas autre chose à ses confrères le 4 avril 1796 en séance publique :

La hauteur à laquelle les sciences sont parvenues a obligé les hommes de s'en partager l'étude, et ne permet plus à aucun d'eux de s'attribuer comme autrefois sous le nom commun de philosophie la connaissance universelle de l'homme et de la nature ;

---

[2] Ibid., p. 297
[3] Ibid., p. 37.

les sciences n'en sont pas moins toutes des branches d'un arbre unique qui conservent des rapports intimes et multiples et dont chacune peut éclairer toutes les autres. Où pourrait-on établir cette vérité avec plus d'avantage que dans le sein d'une société qui réunissant dans les mêmes membres tous les genres de lumières présentes dans une espèce de personne morale, cette universalité de connaissances à laquelle il n'est plus possible à aucun homme isolé de prétendre[4].

Dans le domaine des sciences de la nature, quatre révolutions ou événements majeurs ont, au cours des deux derniers siècles, profondément marqué les esprits et modifié le regard que l'homme portait sur son environnement. Ces nouveaux paradigmes se nomment: la géohistoire, l'évolution des espèces, la dérive des continents et la tectonique des plaques.

La géohistoire :

Les travaux de Cuvier ont démontré tout l'intérêt et toute l'importance de l'anatomie comparée pour étudier des espèces éteintes et reconstituer des mondes disparus, pour suivre par conséquent les étapes successives de l'histoire de la terre et de la vie.

Peu après son arrivée à Paris au printemps de 1795, Cuvier va bénéficier des saisies en Hollande par les armées de la toute jeune République française; elles allaient lui offrir un matériel de choix pour ses travaux. Le Muséum national d'Histoire naturelle (l'ex-Jardin du Roi nationalisé en 1793) recevait en effet des spécimens zoologiques confisqués dans les collections du Stathouder Guillaume d'Orange. Parmi ces spécimens se trouvaient un crâne d'éléphant d'Afrique et un crâne d'éléphant d'Asie. Cuvier confirma ce que les Hollandais avaient soupçonné, l'existence sur terre, non pas d'une seule espèce, mais de deux espèces d'éléphants distinctes l'une de l'autre par la forme de leur crâne et la structure de leurs dents. Cuvier montra de plus, que les dents récoltées en Sibérie et connues sous le nom de mammouth étaient bien des dents d'un éléphant, mais d'une espèce inconnue à l'état vivant et qu'elles appartenaient donc à une espèce éteinte.

Avec Alexandre Brongniart, Cuvier se lance à partir de 1808 dans un *Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris* ; leurs travaux marquent le début de la Géohistoire; les deux naturalistes utilisent en effet les fossiles pour différencier les couches les unes des autres: à la base se trouvent les couches crayeuses de Meudon; elles correspondent à celles de Maastricht qui ont livré un grand lézard marin que l'on nommera plus tard Mosasaurus, le saurien de la Meuse; au-dessus se sont déposées des couches de gypse dans lesquelles on trouve des restes de mammifères fossiles proches des tapirs actuels ; enfin, dans les terrains supérieurs, les plus récents, gisent des ossements de mammouths. L'alternance de dépôts d'eau douce et de dépôts marins et le remplacement d'une faune par une autre permettent à Cuvier de reconstituer les étapes de l'histoire de la terre et d'avancer l'idée qu'il y a eu dans le passé une série de révolutions, d'événements catastrophiques qui ont anéanti successivement les faunes existantes.

---

[4] Muséum. Bibliothèque. Fonds Cuvier. Manuscrit 630-1, f°1-18. Mémoire sur les espèces d'Eléphants vivantes et fossiles, lu à la séance publique de l'Institut National, le 15 Germinal an IV (4 avril 1796). Ecrit à l'encre sur feuillets (16x20) sur la colonne de gauche des pages. Les f° 11 à 18 concernent les figures dessinées par Cuvier.

Tous ces travaux furent publiés dans les Annales du Muséum de 1804 à 1810, puis rassemblés en 1812 dans quatre volumes intitulés : *Recherches sur les ossemens fossiles de Quadrupèdes où l'on rétablit les caractères de plusieurs espèces d'animaux que les révolutions du globe paroissent avoir détruites*. Cuvier ajoutera en introduction un *Discours préliminaire* qui deviendra en 1825 le célèbre *Discours sur les révolutions de la surface du globe.*

Dans son discours préliminaire, Cuvier présentait ses travaux avec élégance et dans une langue parfaite :

J'essaie de parcourir une route où l'on n'a encore hasardé que quelques pas, et de faire connaître un genre de monumens presque toujours négligé, quoique indispensable pour l'histoire du globe.

Antiquaire d'une espèce nouvelle, il m'a fallu apprendre à déchiffrer et à restaurer ces monumens, à reconnoître et à rapprocher dans leur ordre primitif les fragmens épars et mutilés dont ils se composent ; à reconstruire les êtres antiques auxquels ces fragmens appartenoient ; à les reproduire avec leurs proportions et leurs caractères ; à les comparer enfin à ceux qui vivent aujourd'hui à la surface du globe : art presque inconnu, et qui supposoit une science à peine effleurée auparavant, celle des lois qui président aux coexistences des formes des diverses parties dans les êtres organisés[5].

Cette nouvelle façon d'étudier le passé de la terre, de reconstituer des mondes disparus a marqué si fortement les esprits qu'Honoré de Balzac a pu écrire ces lignes :

Vous-êtes vous jamais lancé dans l'immensité de l'espace et du temps en lisant les œuvres géologiques de Cuvier ? Emporté par son génie, avez-vous plané sur l'abîme sans bornes du passé, comme soutenu par la main d'un enchanteur ? En découvrant de tranche en tranche, de couche en couche, sous les carrières de Montmartre ou dans les schistes de l'Oural, ces animaux dont les dépouilles fossilisées appartiennent à des civilisations antédiluviennes, l'âme est effrayée d'entrevoir des milliards d'années, des millions de peuples que la faible mémoire humaine, que l'indestructible tradition divine ont oubliés et dont la cendre entassée à la surface de notre globe, y forme les deux pieds de terre qui nous donnent du pain et des fleurs. Cuvier n'est-il pas le plus grand poète de notre siècle ?.... En présence de cette épouvantable résurrection due à la voix d'un seul homme, la miette dont l'usufruit nous est concédé dans cet infini sans nom, commun à toutes les sphères et que nous avons nommé le temps, cette minute de vie nous fait pitié. Nous nous demandons, écrasés que nous sommes sous tant d'univers en ruines, à quoi bon nos gloires, nos haines, nos amours; et si, pour devenir un point intangible dans l'avenir, la peine de vivre doit s'accepter ?[6]

De même, outre-Manche, les Britanniques ont traduit avec enthousiasme et célérité les textes de Cuvier; ils sont tout autant impressionnés par cette plongée dans le temps profond proposée par le naturaliste français comme le montre le texte suivant :

In accompanying him (Cuvier) through the dark cemeteries of the earth, a myste-

---

[5] Georges Cuvier. Recherches sur les ossemens fossiles de quadrupèdes. Discours préliminaire. Deterville. 1812. T.I, p.1.

[6] Honoré de Balzac. dans: *La Comédie Humaine. Etudes philosophiques. La peau de chagrin.* La Pléiade. Gallimard. T.X, p.74-75

rious gleam from the primeval world penetrates our soul, and solemnly awakens its deepest faculties. We weem to walk among new orders of beings, endowed with extra-ordinary forms (...) These all speak of a world unlike our own, the fashion of which has long passed away [7].

L'évolution des espèces :

Il y a 200 ans, le 12 février 1809, Charles Darwin naissait à Shrewsbury dans le Shropshire (Angleterre). Jeune naturaliste passionné il s'embarqua en décembre 1831 sur le *Beagle* pour un tour du monde de cinq années. Durant ce périple, Darwin multiplia les récoltes de spécimens animaux et végétaux, rassembla une grande quantité d'observations sur la formation des îles volcaniques, sur la construction des récifs coralliens, sur le soulèvement du continent sud-américain et sur la distribution géographique des espèces. De retour dans son pays, il s'attacha à la publication des résultats scientifiques de son voyage, se passionna pour les effets de la domestication et se plongea dans l'étude des crustacés cirripèdes, tout en préparant les premières esquisses de la théorie qui devait le rendre célèbre.

Le 24 novembre 1859, Darwin publia la première des six éditions de son fameux ouvrage sous le titre : *De l'origine des espèces au moyen de la sélection naturelle, ou la préservation des races favorisée dans la lutte pour la vie*. L'exposé fondateur de Darwin implique que l'apparition de nouvelles formes vivantes est le fruit d'une succession de variations dont le seul moteur est la sélection naturelle. C'était donc une approche résolument nouvelle et féconde de l'histoire de la vie, en rupture complète avec toute idée de finalité.

Les idées de Darwin ne furent acceptées en son temps que très progressivement. Aujourd'hui, ce nouveau paradigme suscite encore contestations et critiques acerbes des créationnistes ou des adeptes de l'*Intelligent design* aux Etats Unis. En France, il fallut vaincre bien des réticences, y compris au sein de l'Académie des Sciences.

Charles Darwin écrivit le 21 janvier 1868 une lettre à Albert Gaudry, titulaire de la chaire de paléontologie du Muséum, qui avait dessiné en 1866 les premiers arbres évolutifs de l'histoire de la paléontologie :

Je suis enchanté d'apprendre que vous avez l'intention d'examiner les relations des animaux fossiles au point de vue de leur généalogie... Je suppose que vos croyances vous diminueront quant à présent dans l'opinion de vos compatriotes ; mais, à en juger par la rapidité avec laquelle la croyance en la descendance commune des espèces alliées s'étend dans toutes les parties de l'Europe, à l'exception de la France, je crois que cette foi deviendra générale d'ici peu. Comme il est étrange que le pays qui a donné naissance à Buffon, à l'aîné des Geoffroy, et particulièrement à Lamarck, s'accroche maintenant avec autant d'obstination à la croyance que les espèces sont des créations immuables. (*Correspondance* II, p.396.) [8].

---

[7] Andrew Ure. A New System of Geology. London Longman et al. 1829, iiii. dans : O'Connor R. 2007. *The Earth on Show. Fossils and the Poetics of Popular Science*, 1802-1856.

[8] Philippe TAQUET. « Darwin et l'évolution des espèces » dans: *Modernité de l'Evolution : hommage à Darwin. La lettre de l'académie*. n°26. 2010. p.3.

Aujourd'hui, il est bien difficile de contester « La Logique du Vivant » pour reprendre la formule magistrale du regretté François Jacob. Cent cinquante années après la publication de *l'Origine des Espèces*, la théorie formulée par Darwin garde toute sa valeur explicative et illustre l'une des avancées les plus importantes de la connaissance. Elle féconde toutes les branches des sciences de la vie, de la paléontologie à l'anthropologie, de l'embryologie à l'écologie, de la biologie moléculaire à la neurologie.

Théodore Dobzhansky en 1973 a souligné fort justement que rien n'a de sens en biologie si ce n'est à la lumière de l'Évolution. Darwin n'avait pas les outils lui permettant d'avoir les clefs des mécanismes de l'évolution des espèces animales et végétales, outils qui seront apportés plus tard par la biologie moléculaire, mais avec son ouvrage il expliquait la genèse des espèces, les modifications des organes, les changements graduels, la co-évolution, les répartitions géographiques, le sens des ressemblances ou des différences des organismes, l'origine de l'homme et ce, sans faire appel à des créations ou à des lois mystérieuses ou transcendantales.

Avec Darwin, l'homme a dû changer complètement et définitivement la vision qu'il avait de ses origines et de sa place au sein d'un monde et d'une nature en constante évolution.

La dérive des continents - la tectonique des plaques :

La révolution astronomique, apportée par Nicolas Copernic, eut pour conséquence essentielle de changer le statut de notre planète; celle-ci est devenue un astre quelconque dans un espace infini, astre dont on peut essayer d'imaginer la formation. Comment les montagnes et les continents ont-ils pu se former ? Y a-t'il eu effondrement de l'écorce terrestre comme l'a exposé René Descartes ? Y a- t'il eu soulèvement des terres par l'action des tremblements de terre ou des volcans ? Des mouvements latéraux ou des refoulements de l'écorce terrestre ?[9]

Dans les années 1810, les Allemands Alexandre von Humboldt et Léopold von Buch expliquent la genèse des massifs volcaniques par les cratères de soulèvement; en France Léonce Elie de Beaumont et Armand Petit-Dufrénoy proposent en 1833 que ces soulèvements soient dus au rétrécissement de l'écorce terrestre par refroidissement. La majorité des géologues explique alors ainsi la formation des chaînes de montagnes qui prennent naissance dans des géosynclinaux, fosses océaniques profondes résultant des effets de la contraction.

En opposition à toutes ces théories, le météorologue allemand Alfred Wegener propose en 1912 que les chaînes de montagnes résultent des affrontements entre les continents, ceux-ci flottant sur les roches plus denses situées dans les profondeurs de la terre. Ces arguments en faveur d'une dérive des continents sont multiples; certains font appel à leurs contours, tels ceux de l'Afrique dont le bord occidental semble avoir été soudé autrefois au bord oriental de l'Amérique du Sud. Mais ses idées rencontrent le scepticisme de la communauté scientifique à l'exception de quelques rares géologues

---

[9] Gabriel GOHAU. *Histoire de la tectonique. Des spéculations sur les montagnes à la tectonique des plaques.* Vuibert. 2010, p. 1-170.

ou physiciens comme l'anglais Holmes, qui, quelques années plus tard, confirmera l'hypothèse de Wegener par des méthodes radiochronologiques. Holmes montrera en effet l'identité de l'âge de roches présentes dans des portions de continents aujourd'hui séparés par des espaces océaniques.

Il faut attendre 1961 pour que l'étude des longues chaînes sous-marines dorsales océaniques situées au milieux des océans, appelées dorsales médio-océaniques, permette d'avancer l'hypothèse que celles-ci puissent être à l'origine de l'écartement des continents. Les roches basaltiques, les péridotites qui s'épanchent de part et d'autre de ces dorsales océaniques s'aimantent parallèlement au champ magnétique du moment en se refroidissant. Or ce champ magnétique s'est inversé au cours du temps le Nord devenant le Sud et vice-versa. Ces anomalies magnétiques sont symétriques par rapport à la dorsale; ce phénomène est général et se produit dans tous les océans. Ces mesures du paléomagnétisme des roches avaient été initiées en 1912 par le Français Bernard Brunhes, le frère du célèbre géographe qui avait découvert un champ magnétique inverse dans une lave de Massif Central. L'existence d'une mémoire magnétique fut mesurée par Émile Thellier grâce à la mise au point d'un magnétomètre de précision, et confirmée par Louis Néel, spécialiste du magnétisme et prix Nobel de physique.

Les Américains, utilisant un magnétomètre mis au point par Maurice Ewing au Lamont Laboratory de New York mesurent à partir de 1955 les anomalies de ces dorsales et en septembre 1963, Vine et Matthews publient dans la revue *Nature* un article intitulé « *Anomalies magnétiques sur les dorsales océaniques* ».

Le travail fait durant cette étude suggère que 50% environ de la croûte océanique pourrait présenter une polarité magnétique inverse, ce qui permet de proposer un nouveau modèle pour expliquer la disposition des anomalies magnétiques sur les dorsales (....) Ainsi, si l'expansion des fonds océaniques se produit vraiment, des blocs de matériaux magnétisés, à polarité alternativement normale et inverse s'écarteraient du centre d'expansion et ce, parallèlement à la dorsale[10].

Ainsi était née la théorie de la tectonique des plaques, qui confirmait les idées précoces et justes de la dérive des continents d'Alfred Wegener. La lithosphère, pellicule externe de 50 à 150 kilomètres d'épaisseur se brise en une mosaïque de plaques qui se déplacent les unes par rapport aux autres, flottant sur la partie plus profonde et plus plastique du manteau, l'asthénosphère. Une douzaine de plaques forment des radeaux dérivant autour de la terre, les principales étant les plaques africaine, eurasienne, pacifique, nord-américaine, sud-américaine, indo-australienne et antarctique. Le rayon de la terre étant constant, les zones d'expansion sont nécessairement couplées à des zones de rapprochement et de confrontation des plaques. Les collisions entre deux continents sont à l'origine de la formation des montagnes; ainsi la collision de la plaque indienne avec la plaque asiatique est à l'origine de la formation des chaînes himalayennes selon une zone de subduction, zone où l'une des plaques s'enfonce sous l'autre sous la pression due au déplacement. Ces mouvements des plaques permettent d'expliquer par ailleurs la répartition des séismes et la localisation des volcans à la surface du globe.

---

[10] Ibid., p.151.

Cette révolution dans les sciences de la terre a été aussi importante que la révolution darwinienne dans les sciences de la vie. L'étude des mouvements des plaques, des formations géologiques qui les constituent, des espèces animales et végétales fossilisées qui s'y trouvent, permet désormais dans un nouveau paradigme de retracer l'histoire de notre planète et de suivre la valse des continents du Cambrien, depuis 500 millions d'années jusqu'à nos jours.

Conclusion :

Les trois exemples qui précèdent montrent à quel point l'avancement des sciences a pu bouleverser la vision de notre place dans la nature et changer radicalement les esprits. Aujourd'hui, les recherches se poursuivent plus fécondes que jamais; les progrès des mathématiques, de la physique, de l'informatique, de la biologie moléculaire, de la neurochimie, et les nouvelles technologies nous permettent de nouvelles et extraordinaires avancées dans la connaissance, au point que certaines posent à l'homme de sérieuses questions éthiques, et de nouvelles interrogations.

De nombreuses *vues de l'esprit* ont fait place, au cours de siècles de progrès continus des connaissances, à de solides théories qui ont été confirmées expérimentalement avec succès. Passant de l'ADN à la conquête spatiale, de la relativité générale au boson de Higgs, des exoplanètes aux antibiotiques, l'homme n'a cessé, et c'est là toute sa noblesse, de chercher à satisfaire sa curiosité et d'accroître ses connaissances. En conclusion, nous ne pouvons que souscrire à ce qu'écrivait Cuvier, faisant allusion au rapport adressé à l'Empereur:

Les sciences par leur nature suivent une marche progressive, et ne peuvent avoir, comme les lettres, d'ouvrages classiques dans l'acception ordinaire de ce terme. Ce sera même un jour, si cette disposition continue a être en vigueur, une collection bien digne d'intérêt, que ces traités périodiquement renouvelés, et qui marqueront avec précision, pour chaque époque, à quel degré l'esprit humain s'était élevé dans la connaissance de la nature[11].

---

[11] Georges Cuvier. De la part à faire aux sciences et aux lettres dans l'Instruction publique. Extrait d'un article du Moniteur (1807) dans: *Etudes sur l'histoire de l'enseignement des sciences physiques et naturelles*. Textes réunis par Nicole Hulin. Philippe Taquet: *Georges Cuvier et l'enseignement des sciences en France*. documents. ENS ed.Lyon. 2011. p. 205.

LA MARCHE VERS LE PROGRÈS

L'ÉVICTION DES ÂGES DE LA VIE ET DES FINS DERNIÈRES AUX XVII[e] ET XVIII[e] SIÈCLES ET LE PASSAGE À LA NOTION DE PROGRÈS : UNE ÉTAPE DU PROGRÈS DE L'ESPRIT ?

par

Christian BELIN *et Bernard* CHEDOZEAU
de l'Académie de Montpellier

S'il est une vision du monde qui s'est effondrée après avoir régné pendant des siècles, c'est bien l'antique et traditionnelle pensée symbolique de l'Âme du monde que la pensée moderne a vu disparaître aux XVI[e] et XVIII[e] siècles. Cette éviction a été particulièrement sensible dans deux domaines significatifs, les âges du monde et les fins dernières.

Les théories de l'Âme du monde considèrent le monde comme le macrocosme dont l'homme est le microcosme, établissant entre les deux des échos, des parallélismes, des rapports mathématiques, des proportions, des analogies, des correspondances, des *harmonies,* qu'il s'agit de retrouver dans une création qui participe de cette vie divine et qui s'explique comme un être vivant qui a un sens, des fins, et dont l'homme est une partie et un exemple, un témoin, plus qu'il n'en est le maître. Ce sont ces théories qui, avec les âges du monde et les fins dernières, disparaissent aux époques classiques.

Dans la théologie, la philosophie et la vision du monde chrétiennes, jusqu'au XVII[e] siècle l'histoire s'organise en fonction des *âges du monde*, calqués sur les âges de la vie de l'homme depuis la Création jusqu'à l'Apocalypse, et l'existence s'oriente selon les *quatre fins dernières*, la mort, le jugement, l'enfer et le paradis. Ce sont ces deux grands ensembles qu'ont évincés l'humanisme et les Lumières des XVII[e] et XVIII[e] siècles, en leur substituant la religion du Progrès. Dans les deux cas, il s'est agi d'un changement radical de la conception du temps et de la temporalité, d'un bouleversement profond qui a déshumanisé et laïcisé la lecture de l'Histoire selon des perspectives qui sont celles du Progrès : d'une *histoire de sens* on est passé à une *histoire de savoir*, et d'une vision chrétienne on est passé à une vision laïque.

Il s'agit ainsi d'une révolution d'esprit laïciste qui évacue les anciennes perspectives religieuses pour leur substituer un système de pensée entièrement nouveau, le Progrès.

I. La pensée des âges du monde et leur éviction

Au Moyen Âge, l'ensemble de l'histoire repose sur le système des *âges du monde*. C'est ainsi que Saint Augustin distingue *septem ætates mundi* :

- premier jour, de la création au déluge ;
- deuxième jour, enfance du monde, du déluge à Abraham ;
- troisième jour, adolescence du monde, jusqu'à David ;
- quatrième jour, jeunesse du monde, jusqu'aux péchés des rois ;
- cinquième jour, âge mûr du monde, jusqu'au soir où les Juifs ne se reconnaissent plus en J.- C. ;
- sixième jour, la prédication de l'évangile par J.-C. et par l'Église, jusqu'à la fin du monde ;
- « *Cet âge-là connaîtra un soir...* » : le septième jour commencera avec le retour de J.-C. et s'achèvera en un huitième jour, symbolique, de l'éternité. L'histoire du monde est ainsi menée en parallèle avec les divers âges de la vie de l'homme et elle supporte une vision téléologique qui favorise l'interprétation providentialiste[1].

On note d'une part que ce système prend ses bases dans la Bible, de la Création à l'Apocalypse ; et de l'autre que cette présentation du déroulement des temps est d'un anthropomorphisme religieux symbolique, fondé sur le principe du macrocosme/microcosme, le monde étant mené par l'Âme du monde et se calquant sur la vie humaine, et d'un évident finalisme.

L'éviction des âges du monde et la déshumanisation

Aux XVI^e^-XVIII^e^ siècles se produit l'éviction des âges du monde[2], qui se caractérise par l'affirmation d'une datation chronologique érudite et savante et par la laïcisation et la déshumanisation des perspectives[3]. La Bible n'est plus tenue pour un livre d'histoire vraie *ad litteram*, et Moïse n'est plus considéré comme « le seul historien ». Désormais l'histoire biblique perd son statut. À ce qui est désormais marginalisé sous le nom d'« histoire sainte » est substitué ce qui sera « l'histoire ancienne », fondée sur la Grèce et Rome, sur la datation chronologique, sans création ni fins dernières : Hérodote est encore considéré comme le plus ancien historien connu.

---

[1] Dans l'histoire religieuse chrétienne, la théorie des âges du monde ou bien est référée aux *âges de l'homme,* de l'enfance à la vieillesse, ou bien elle est référée à la semaine de la Genèse et aux *six jours de la Création,* suivis du septième au cours duquel Dieu se repose. Dans les deux cas, il y a au moins six âges, mais le septième pose problème ; un huitième âge, toujours eschatologique, est parfois supposé.

[2] Encore que le prophétisme symbolique du cistercien Joachim de Fiore (XII^e^ siècle), avec sa subdivision de l'histoire en âges du Père, du Fils et de l'Esprit, n'ait pas cessé d'influencer les esprits.

[3] On pourra consulter « L'éviction des *âges de la vie* et des *âges du monde* dans les conceptions de l'Histoire au XVII^e^ siècle. D'une histoire de sens à une histoire de savoir », dans *L'Imaginaire des âges de la vie,* sous la direction de Danièle Chauvin, préface de G. Durand, Ellug, Université Stendhal, Grenoble, 1996, p. 85-98.

Aux âges du monde symboliques se superpose et progressivement se substitue la notion d'*époque*s historiques, née des conflits sur la place à reconnaître à l'histoire profane au sein, en marge ou à côté de l'histoire religieuse et appuyée sur la savante datation chronologique[4]. Un bon exemple de cette éviction est ce passage chez Bossuet, où apparaît nettement l'insertion d'époques profanes :

Un exemple d'insertion de l'histoire profane	
La *chronologia sacra* dans la *Biblia de sacra* de Port-Royal (1661, Claude Lancelot)	**Bossuet, *Discours sur l'Histoire universelle***
1er âge : d'Adam au déluge	1re époque : Adam ou la création 1er âge du monde
2e âge : du déluge à la vocation d'Abraham	2e époque : Noé ou le déluge 2e âge du monde
3e âge : du départ d'Abraham à la sortie d'Egypte	3e époque : la vocation d'Abraham ou le commencement du peuple de Dieu et de l'alliance. 3e âge du monde
4e âge : de la sortie d'Egypte à la construction du temple	4e époque : Moïse ou la loi écrite. 4e âge du monde
	5e époque : la prise de Troie
5e âge : de la construction du temple à la fin de la captivité	6e époque : Salomon ou le temple achevé. 5e âge du monde
	7e époque : Romulus ou Rome fondée
6e âge : de la fin de la captivité à la naissance de J.-C.	8e époque : Cyrus ou les Juifs rétablis. 6e âge du monde
	9e époque : Scipion ou Carthage vaincue
« 7e âge du monde, qui est celui de J.-C. et de l'établissement du christianisme. »	10e époque : naissance de J.-C 7e et dernier âge du monde
	11e époque : Constantin ou la paix de l'Église
	12e époque : Charlemagne ou l'établissement du Nouvel Empire (quelques lignes seulement)

Très vite les âges de la vie ne seront plus retenus, et seules subsisteront les époques.

---

[4]. Les conflits majeurs concernent la question du salut des païens anciens, la question des quatre monarchies, ou celle des païens modernes que sont par exemple les Chinois nouvellement découverts.

Conséquences de la substitution des époques aux âges : vers le progrès ?

Certes chez Bossuet la vision symbolique de l'histoire du monde et de ses âges repose encore sur le thème des âges du monde/âges de la vie, et dans la 12e époque le savant prélat précise bien qu'il n'a pas « oublié dans cet abrégé cette célèbre division que font les chronologistes de la durée du monde en sept âges »[5]. Bossuet s'inspire de Saint Augustin mais renforce la prise en compte des païens ; c'est un bon témoin du changement de perspective qui affecte de plus en plus l'historiographie. La division en époques permet seulement d'obtenir que les choses soient « plus claires ». Mais chez Bossuet lui-même, et peut-être à son insu, le glissement s'est opéré et la théorie des âges du monde a vécu, remplacée par la vision chronologique puis historique, qui redoute désormais l'humiliant anachronisme. Bossuet reste d'ailleurs convaincu, malgré son providentialisme, d'une certaine illisibilité de l'histoire humaine, qu'il compare au flou d'une anamorphose.

Les âges du monde et la datation chronologique sont quasiment incompatibles, et la téléologie symbolique et religieuse des âges du monde en est la victime. Les âges du monde rapportent une histoire vécue ou à vivre, une histoire de sens, parfois chargée d'émotion. La datation chronologique est un calcul froid qui détermine un écoulement arithmétique des années, et pour qui, à la lettre, il n'y a pas d'avenir : que faire des attentes millénaristes, de l'attente de la fin du monde, si faciles à penser dans la théorie de l'Âme et des âges du monde ? Avec la datation chronologique qui ne peut penser téléologie et finalité, la question du sens, de l'orientation de l'histoire n'apparaît plus comme pertinente ; il n'y a ni débuts ni fin de l'histoire. Le chronologiste est désarmé devant un futur qui reste obscur et libre, et surtout qui n'a pas de raisons d'être.

II. Les fins dernières et leur éviction

Il en est de même pour *les fins dernières*, dont la disparition à l'époque coïncide avec le triomphe de l'idée de progrès.

Il y a quatre fins dernières à la vie de chaque homme : la mort, le jugement, l'enfer et le paradis. Le système des fins dernières est téléologique : il donne l'orientation de l'existence de l'homme. Pour Saint Augustin, les fins dernières c'est « ce qui arrive à nos âmes lorsque nous mourons. Elles ont chacune leur demeure, selon l'état où elles se trouvent au sortir de leurs corps. Les bonnes sont reçues dans la joie éternelle, et les méchantes sont précipitées dans les tourments éternels. C'est ainsi qu'elles seront jusqu'à la résurrection ». Et encore : « Les uns seront jugés pour être condamnés aux peines éternelles de l'enfer, et ce seront ceux que la mort aura surpris en état de péché mortel ; les autres le seront au contraire pour être établis en possession du royaume céleste et de l'éternelle félicité, et ce seront ceux qui à la dernière heure se trouveront revêtus de la robe nuptiale, qui est la charité ». La fin du Moyen Âge croit fermement à ces sombres doctrines - d'autant plus que la peste noire a fait périr quasiment le tiers de l'Eu-

---

[5] Dans l'avant-propos du *Discours sur l'histoire universelle*, Bossuet présente ainsi la notion d'époque : « On s'arrête là pour considérer comme d'un lieu de repos tout ce qui est arrivé devant ou après et éviter par ce moyen les anachronismes ».

rope au XIV[e] siècle) -, ces doctrines d'où sont nées d'innombrables œuvres d'art. C'est peut-être dans les tableaux de Jérôme Bosch que l'on en trouve les représentations les plus remarquables : *La Tentation de saint Antoine*, *Le Jardin des délices*[6].

Le traité de P. Nicole « Sur les quatre dernières fins de l'homme »[7] définit le sens et la portée de chacune de ces fins. L'homme doit penser sans cesse et uniquement à la mort (« un jour qui dissipe nos ténèbres, et nous fait voir les choses telles qu'elles sont ») ; il doit considérer « combien le jugement de Dieu est terrible, par la vue que l'on y aura de la rigueur de la justice de Dieu », s'effrayer de « la grandeur de la peine intérieure des damnés », aspirer à la béatitude de l'autre vie[8]. « Il faut croire malgré qu'on en ait qu'il y aura un paradis et un enfer ; qu'il y aura un feu éternel, et une gloire que l'œil n'a pas point vue, et que l'oreille n'a point entendue ». Que conclure de la représentation des peines de l'enfer ? « Je ne prétends pas étendre ici toutes les conséquences que la raison peut tirer de cet état effroyable que nous venons de représenter, et dont tous les hommes sont menacés ; car il n'y a presque rien dans la morale qui ne s'en ensuive ». Nicole est essentiellement un moraliste pour qui « en un mot, c'est être vraiment raisonnable que de travailler sérieusement et uniquement à son salut »[9].

Ainsi en fonction des fins dernières toute action de la vie est orientée dans une direction, dans un sens vers lequel le chrétien doit tendre ou dont il doit se détourner ; cette orientation est sanctionnée au jugement individuel et elle sera confirmée au jugement dernier. De la Création à l'Apocalypse, l'ensemble des temps et de la durée prend un sens sous le regard de Dieu.

Au XVII[e] siècle, certains théologiens augustiniens retrouvent le strict rigorisme des derniers traités de S. Augustin sur la grâce : prisonnier d'une *massa damnationis* dont il ne saurait se sauver par lui-même, l'homme ne peut faire son salut sans le don d'une grâce plus ou moins efficace (c'est-à-dire qui non seulement donne le pouvoir, mais qui *produit* l'acte bon) : l'apport de l'homme, quel est-il alors ? Les fins dernières de chaque homme ne sont pas laissées à sa disposition.

III. Le Progrès

Lors de « la crise de la conscience européenne », aux antiques perspectives des âges du monde et des fins dernières se substitue la notion de Progrès, fondement même de l'idéologie des Lumières. Cette notion de Progrès a vu d'une part la substitution aux antiques valeurs traditionnelles de la continuité, de la stabilité et de la *perpétuité* celles du *changement*, la volonté expresse de se détourner du culte d'un passé qu'on ne considère plus comme porteur du seul sens valable, d'un sens universellement et perpétuellement valable, pour exalter l'évolution vers le futur, vers l'avenir. D'autre part, en ce qui concerne l'individu, elle a permis l'affirmation de la liberté et de la responsabilité entières de l'homme et le refus formel de toute contrainte extérieure, et le

---

[6] « Il enverra les élus à sa gauche, les damnés à sa droite. »
[7] *Essais de Morale*, tome IV.
[8] *Dernières fins*, livre I, ch. 6 ; II, ch. 4 ; II, ch. 9 ; III, *passim*.
[9] *Dernières fins*, livre III, ch. 15 ; II, ch. 11 ; livre III, ch. 15.

droit au bonheur. Les âges du monde et les fins dernières sont peu à peu marginalisées ou considérées comme des reliques conceptuelles appartenant à une époque révolue.

Ce renversement s'inscrit dans ce qu'on a appelé « la crise de la conscience européenne », qui est la difficile prise de conscience d'une autre relation avec un passé auquel on refuse de se rattacher et qui enseigne à se tourner vers un avenir à construire. Ainsi disparaît tout lien contraignant entre le passé et l'autorité, et avec l'appel du futur apparaissent les valeurs humanistes, sécularisées, qui ont favorisé l'avènement des Lumières.

C'est un profond changement de mentalité qui accompagne ces bouleversements, et dont témoigne la révolution qui fait passer d'un système symbolique et fluent à un système rationaliste, rigide et antireligieux, qui est celui du Progrès ; mais c'est l'adhésion à une Âme du monde qui a disparu.

Signes avant-coureurs du Progrès au XVII^{e} siècle

On trouve des germes de cette notion de Progrès au XVII^{e} siècle aussi bien chez des libertins comme La Mothe Le Vayer que chez les jésuites. On se rappelle également les accents enthousiastes de Pascal en faveur du progrès des sciences dans la préface au *Traité sur le Vide*.

Au XVII^{e} siècle, l'histoire telle que la conçoivent les libertins optimistes est une lecture philosophique qui n'a rien à faire de l'assise biblique érudite de l'ancienne histoire religieuse, et qui ne s'inscrit pas dans un temps théologique orienté d'une création à des fins dernières ; il n'y a pas de téléologie à retrouver dans l'histoire. Pour les libertins, la Bible n'est plus le « premier livre d'histoire » et Moïse n'est plus le « premier historien ». Ils annulent l'« histoire sainte » et ils laïcisent l'histoire. D'autre part, cette histoire des libertins est humaniste en ce qu'elle exclut les contraintes extérieures, le « doigt de Dieu » cher à Bossuet, la Providence, le destin, toutes les formes de déterminisme.

« L'homme, de par la dignité acquise, ne doit être soumis à la domination de personne », ni à celle de Dieu, ni à celle du clerc. En conséquence, pour les libertins l'action de la grâce n'a pas de raison d'être puisque l'homme peut seul faire son salut – si salut il y a. Cette liberté de l'homme constitue déjà une première forme du Progrès. Avec la datation chronologique, l'histoire des libertins n'est plus une histoire de croyance mais une histoire de savoir.

Les jésuites, pour leur part, ne peuvent évidemment affirmer que l'homme fait seul son salut, mais pour eux l'homme y coopère activement avec Dieu, dans une histoire qui dans une certaine mesure se construit librement. Il ne s'agit pas, pour eux, de retrouver dans l'histoire l'action du doigt de Dieu. L'histoire a un sens et une orientation qui sont à construire et non, comme dans l'histoire augustinienne, à reconnaître et à découvrir après coup. Ainsi s'explique la confiance que l'histoire et l'anthropologie jésuites font à ce que, non sans anachronisme, on peut appeler l'évolution et le Progrès, car les jésuites ouvrent la porte à une histoire du Progrès.

Les grandes sommes historiques que publient les jésuites à la fin du XVI^{e} et au début du XVII^{e} siècles ne sont jamais la révélation du plan divin, parce que ce plan divin est en perpétuelle construction. C'est une histoire dans laquelle l'homme a un rôle libre à jouer ; elle n'est pas expressément finalisée dans un dessein divin dont

l'homme ne serait que l'opérateur. La théologie et l'histoire ouverte des jésuites font leur place à l'évolution et au progrès ; elles ne semblent guère souffrir de la datation chronologique, si embarrassante pour les augustiniens. Passé et futur restent libres, et il y a un présent de l'action humaine[10].

Les Philosophes et le Progrès

Mais ce sont bien sûr les Philosophes des siècles suivants qui définissent le Progrès. Par *progrès*, les libertins, les philosophes des Lumières et surtout les penseurs du XIX[e] siècle, grâce à une nouvelle conception du temps entendent l'amélioration automatique et indéfinie de l'homme et de sa condition dans le domaine de la connaissance par les sciences, les arts et les lettres, et dans le champ de la vertu. Ils affirment une confiance absolue dans l'homme ainsi que la légitime recherche d'un bonheur terrestre, soit une anthropologie purement et simplement contraire aux enseignements du catholicisme. Le progrès est progrès de la culture et de la civilisation, et cette nouvelle idéologie sonne le glas des anciennes formes de la pensée symbolique.

La nouvelle conception du temps

Premier point majeur, le temps change complètement de statut à partir du XVII[e] siècle. Par progrès, on peut entendre la « marche en avant » (*progressus*) qui suppose un transfert téléologique : la Fin est ramenée sur le terrain horizontal. Pour la tradition chrétienne, le présent était un *kairos*, un moment nécessairement favorable, un appel à la pénitence ; avec le Progrès, le temps cesse d'être sacré ou sacralisé pour devenir un instrument de mesure, un instrument scientifique[11], qui permet de compter les années, les âges. L'exigence de chronologie et de datation chronologique est alors criante. Le progrès croit à un traitement temporel (moral, social, collectif…) du péché ; aussi, paradoxalement, porte-t-il un regard pessimiste sur l'instant présent, qu'il faut coûte que coûte « améliorer ». Les tenants du progrès ne sont optimistes que pour le moyen ou le long terme…

Deuxième point majeur, la croyance dans la valeur positive de l'évolution et du changement est au fondement de cette notion de Progrès :

Aujourd'hui tout est bien, voilà notre illusion,
Demain tout sera mieux, voilà notre espérance.

Alors que dans le christianisme le temps pouvait être synonyme d'un « comble d'iniquité » et le lieu privilégié de la souffrance rédemptrice (*in hac lacrymarum valle*, *topos* des considérations sur la fin des temps), le temps à venir, le temps futur devient l'objet d'une conception appelée à améliorer le monde, et il en est attendu le bonheur

---

[10] Au contact des Chinois, les jésuites ont peu à peu abandonné une vision ethnocentrique de la culture et de la civilisation. Les quatre lieux où s'affirme la confiance des jésuites dans le Progrès sont les vertus des païens, les rites chinois, le péché philosophique et le statut des philosophes païens.
[11] Ainsi des horloges à la Huyghens.

pour tous, et sur cette terre. Même à l'intérieur des Églises, les textes évangéliques sur les fins dernières sont rangés du côté des discours paraboliques, non pleinement historiques. La « fin dernière » se transforme en fin « première », en fin immédiate, autre aspect du Progrès. L'évolution n'est plus une lente et constante dégradation, mais une voie vers l'amélioration et le bonheur.

Troisième point, le Progrès n'a de fondement qu'en l'homme même. L'homme est un sujet libre, et contre le thème de l'homme créé à l'image de Dieu, les philosophes affirment que l'homme est invité à se créer lui-même. Contrairement au discours religieux, le discours philosophique refuse toute place pour Dieu, et la notion d'une grâce offerte par la divinité perd toute signification – pour ne rien dire de la grâce efficace. Cette affirmation de la liberté de chaque individu entraîne le refus de toute contrainte, politique ou religieuse – du clerc en religion comme du tyran en politique -, point capital pour un Progrès libre.

Du sens au vrai : Le Progrès se définit dans le domaine de la connaissance par l'ouverture à des sujets nouveaux, la science et la technique, et plus généralement le vrai et l'utile sur cette terre – dont *L'Encyclopédie* est le meilleur produit. Pour les philosophes, il est entendu que le Progrès apportera une amélioration en tous domaines, tant dans les sciences que dans les arts et les lettres, sans perspective vers un au-delà inutile. Cette recherche du *vrai* scientifique qu'exigent la science et la connaissance est substituée à l'antique souci religieux du *sens* théologique (l'orientation vers les fins dernières), dont la pertinence n'apparaît plus - c'est ainsi que l'étude philologique des textes bibliques, de la *vraie* signification fondée sur le texte seul, s'ajoute, parfois jusqu'à l'évincer, au souci du *sens* théologique. Les gloses et les commentaires médiévaux – les quatre sens de l'Écriture - sont désormais inutiles. Le monde de l'humaniste des Lumières est *hic et nunc*.

Ce succès des sciences et des analyses rationalistes et strictement intellectuelles, vérifiables, repose en partie sur le fait que se définit au XVII^{e} siècle un domaine propre au laïc et qui n'offre aucune prise au regard critique du clerc : un ouvrage de mathématiques ou de physique ne peut être mis à l'*Index librorum prohibitorum*. Les recherches bibliques sont alors soustraites à l'examen du clerc dépositaire de la croyance et sans pouvoir sur le monde profane[12].

Pour les philosophes, les progrès de la science et de la morale vont de pair ; le progrès est nécessairement à la fois celui de la science et celui de la morale, qui vont de pair.

Pour le christianisme, le monde n'est pas sans signification. Il va d'une Création à des fins dernières, il est orienté et finalisé, et la stricte théologie augustinienne enseigne même à retrouver dans l'histoire *le doigt de Dieu*. Pour les philosophes, il n'est pas d'orientation des temps, qui sont à construire sans qu'on en connaisse la suite et moins encore l'achèvement. Le Progrès naît des promesses de cet avenir – qui reste flou, si on le compare aux fins dernières. Ces remises en cause renvoient au refus d'un Homme qui serait responsable en face de Dieu : on affirme désormais le relativisme, l'errance dans le monde, une responsabilité devant soi-même et le groupe, mais certainement pas au sein d'une société rendant compte à Dieu[13].

Enfin aux grandes histoires universelles catholiques nées à la suite du concile de

---

[12] Ce fut le problème posé par Galilée, qui ne peut ni être accepté, ni mis à l'*Index*.

[13] Plus tard, les détracteurs de l'humanisme en récuseront le christianisme latent lorsqu'ils retrouveront cette orientation dans la marche vers un salut (« c'est la lutte *finale*… »).

Trente qui entendent rendre compte du *salut* des hommes et des individus et qui le cherchent dans l'au-delà, les penseurs humanistes du progrès substituent une histoire universelle areligieuse tout aussi universaliste, mais qui offre le *bonheur* sur cette terre. Il n'y a plus ni création ni fins dernières. L'histoire est reconstruite non plus en fonction du passé biblique et de la dégradation due au péché originel, mais en direction d'un Progrès à venir. La *creatio mundi*, au début des temps, et à l'autre bout les fins dernières, perspectives tirées de la Bible et entre lesquelles se situait l'action de l'homme, ne retiennent plus les esprits ; l'homme ne se préoccupe plus d'un passé théologique qui pesait sur lui ; il se tourne vers l'avenir. Pour les humanistes et les philosophes le monde va vers un avenir obscur mais obligatoirement meilleur – ce que seront plus tard « les lendemains qui chantent ».

Condorcet et Auguste Comte

On peut prendre deux exemples de cette pensée optimiste du Progrès, pensée étrangère aux valeurs de la pensée symbolique et qui en efface les manifestations comme les fins dernières et les âges du monde.

L'*Esquisse d'un tableau historique des progrès de l'esprit humain* de Condorcet est un des très bons manifestes de la pensée du Progrès. Pour Condorcet, le Progrès doit être éclairé par « la Raison, l'éducation, les connaissances, les découvertes scientifiques et techniques ».

Comme jadis chez un La Mothe Le Vayer, l'Histoire n'est plus tournée vers le passé : elle ne se soucie ni de donner une explication du monde (comme le fait le providentialisme de Bossuet), ni de fournir des exemples moraux pour qu'il en soit tiré des leçons. Mais elle est construite et se construit en fonction du progrès des connaissances et elle est orientée vers l'avenir pour le construire, et pour le construire en toute liberté. Ici encore, on est loin du *Digitus Dei est hic*.

Le Progrès selon Condorcet repose sur une confiance absolue en l'homme. L'homme est absolument libre, peut ce qu'il veut, et ne doit accepter aucune contrainte, aucun pouvoir étranger, n'étant soumis « à l'ascendant de personne » - contre tout clergé. Il n'y a pas de fatalité, pas de prédestination, pas de déterminismes qui peuvent s'exercer contre l'homme ; il n'y a pas d'aide divine, de Providence. Les hommes peuvent « également se gouverner par leurs propres lumières ».

La réflexion de Condorcet se signale par le lien étroit entre *le savoir*, « l'homme mathématique », et *l'utile* : le savoir est mis au service de la vie en société. Ses perspectives sont essentiellement « vers les choses sociales ».

Condorcet croit en la perfectibilité indéfinie de la raison de l'homme. Il n'y a pas de limite naturelle au perfectionnement continu de la Raison humaine, et c'est sur cette théorie que se fonde la croyance au Progrès. À une Histoire guidée par la Providence succède une Histoire fondée sur les progrès de la raison appliquée au savoir et à la science. « Le perfectionnement de l'espèce humaine doit être regardé comme susceptible d'un progrès indéfini », et « les progrès de la vertu sont toujours accompagnés de ceux des lumières ». Les obstacles rencontrés sont le fruit du non usage de la raison : ce sont les « préjugés » et l'ignorance.

Cette philosophie du Progrès, si opposée aux valeurs de la pensée symbolique, se signale ainsi par son optimisme : « L'espèce humaine marche d'un pas ferme et sûr

dans la route de la vérité, de la vertu et du bonheur » (Condorcet). À l'honnête homme autant qu'au libertin du XVII[e] siècle a succédé le philosophe.

Chez Auguste Comte, le Progrès est moins celui de l'individu que celui de la société. Les progrès de l'esprit humain le font passer au fil de l'histoire par trois états qui sont comparés aux stades de l'évolution de l'homme et qui en un sens reprennent les fins dernières : *théologique* dans sa jeunesse, où l'on pose la question du « qui ? » ; *métaphysique* dans son adolescence, avec la question du « pourquoi ? » ; *positif* et scientifique enfin, avec la question du « comment ? ». L'esprit *positif*, c'est-à-dire celui qui renonce à chercher les causes premières, doit remplacer les explications théologiques et métaphysiques par des lois établies sur le modèle scientifique. La science doit renoncer à la question du « pourquoi », qui est recherche du sens, pour s'en tenir au « comment » dans la description des lois de la nature. Cette loi des trois états n'est autre chose que la laïcisation des *âges de l'homme* organisant l'histoire *a creatione* dans les histoires universelles catholiques tridentines.

Il est facile de voir que les âges du monde et les fins dernières, d'une part, et le Progrès de l'autre ne sont guère compatibles - même si ces deux systèmes de représentation ne sont pas sans affinités, ne serait-ce qu'à travers des phénomènes de transfert.

---

[14] Paru en 1795 et proche de l'*Encyclopédie* de Diderot.

Conclusion

L'intitulé de ce colloque invitait à s'interroger sur « l'esprit de progrès ». Dans le cadre de la pensée symbolique, les pages qui précèdent ont tenté d'étudier la façon dont, pour s'affirmer, le Progrès a été substitué aux antiques structures des âges de la vie et des fins dernières, marquées par l'anthropomorphisme et le finalisme. En réponse à la question qui supportait ces quelques notes, on peut penser que l'éviction des âges de la vie et des fins dernières aux XVII[e] et XVIII[e] siècles sanctionne l'entrée dans une nouvelle modernité.

La voie humaniste qui, après le complexe XVII[e] siècle, s'est affirmée aux XVIII[e] et XIX[e] siècles, est aussi ancienne que la philosophie ; mais à la sortie du Moyen Âge et à partir de la Renaissance elle s'est trouvée des garants très solides comme Francis Bacon, dans la Querelle des Anciens et des Modernes, et bien sûr avec l'humanisme et la philosophie du XVIII[e] siècle et les positivisme et scientisme du XIX[e] siècle. La confiance désormais mise dans la vie et dans l'homme fonde la croyance dans le Progrès. Désormais l'homme est chargé de lui-même, il n'a ni Dieu ni maître.

La notion de Progrès semble s'inscrire dans le lent mais inexorable mouvement de déchristianisation qui a marqué l'Occident depuis l'époque de la Renaissance. Désormais, le monde ne serait plus un objet de contemplation (pour les beautés de la Création ou l'ordre de la Providence) ou de condamnation (en raison du péché), mais une réalité à assumer telle quelle pour mieux la transformer - d'où l'éviction des modèles interprétatifs fournis par la Révélation ou la théologie.

Les choses s'avèrent complexes. D'une part, en effet, ces modèles chrétiens rencontrent des paradigmes anciens (par exemple dans l'eschatologie platonicienne) ; d'autre part, les théories du progrès se greffent elles-mêmes, à leur tour, sur des discours produits par le christianisme, lorsqu'elles subvertissent ou métamorphosent les notions d'âme du monde (par exemple l'Esprit chez Hegel), celle des âges du monde (la tripartition d'Auguste Comte) ou encore celle des fins dernières (avec l'ouverture d'un horizon euphorique, conséquence d'un progrès global, universel et infini).

Dans la vision chrétienne traditionnelle, le temps se conçoit comme une dilatation extrême, jusqu'à la Parousie. Le temps devient alors grâce et plénitude, comble et plérôme ; il est tout à la fois linéaire (vers la Fin) et cyclique (retour au Commencement, Alpha et Oméga). Comme l'écrivait Henri-Irénée Marrou interprétant Saint Augustin, il existerait bel et bien, en christianisme, une « ambivalence du temps de l'histoire ». Or, curieusement, la conception « moderne » du progrès, surtout depuis les Lumières, accentue la conception linéaire du temps, sans avoir éliminé définitivement l'idée d'un principe téléologique : un avenir radieux continue, à distance, de magnétiser l'instant présent ou d'envoûter l'âme de nos contemporains.

L'ESPRIT EN PROGRES VERS LE POINT OMÉGA

par

Bernard PIERRAT de l'Académie d'Alsace

Le vingtième siècle que nous venons de quitter a connu plusieurs pôles antagonistes qui se voulaient vecteurs du progrès : le scientisme prétendait tout expliquer par la science, le marxisme promettait une société heureuse sans classes, l'existentialisme centrait la réflexion sur la seule existence humaine. Dans chaque cas il s'agissait d'une approche matérialiste rejetant l'existence de l'esprit qui n'était que le produit d'une synthèse physico-chimique. A l'opposé, sur le plan spirituel, le christianisme, enseignait une théologique fixiste, parce qu'il restait fidèle à la scolastique induite par Thomas d'Aquin au XIII[e] siècle. Cette scolastique comportait deux pivots : la foi, sève du christianisme et la raison héritée d'Aristote qui oppose la matière et l'esprit.

Teilhard de Chardin va rejeter ce dualisme grec qui imprégnait non seulement la pensée chrétienne, mais toute la pensée religieuse. Jésuite de vocation, géologue et paléoanthropologue de profession, il prend à rebours les certitudes en tâtonnant sans cesse tout au long de ses quêtes : *« Tout remplir pour tout essayer. Tout essayer pour tout trouver*[1]*. »*

Qu'est-ce que l'esprit dont l'étude était réservée aux théologiens et aux philosophes ? Pour Teilhard de Chardin, la matière est le moule d'où a jailli l'esprit, réalité indissociable de la matière. Il était très conscient de ce retournement radical dans lequel il voyait un renouveau chrétien inséparable d'un humanisme nouveau : *« Ce qu'il y a de plus révolutionnaire, au fond, et de plus fécond dans notre nouveau temps, c'est la relation que celui-ci laisse apparaître entre Matière et Esprit : l'Esprit n'étant plus indépendant de la Matière, ni opposé à elle, mais émergeant laborieusement d'elle sous l'attrait de Dieu par voie de synthèse et de centration*[2]*. »*

Pour Teilhard, la notion de Dieu s'était émoussée par abus de langage : *Gott mit uns* des Allemands, *God save the Queen* des Anglais, *In God we trust* des dollars américains. Il préférait désigner la transcendance par le symbole d'*Oméga* emprunté à l'Apocalypse de saint Jean : *« Ego sum Alpha et Omega.»* Les deux pôles de Dieu, Alpha et Oméga, commencement et fin, coïncident dans l'unité et l'éternité divines. Teilhard occultera pourtant *Alpha*, la notion de Création étant trop floue, tout début étant insaisissable. Il était plus important, pour lui, de comprendre où nous devions aller. *Oméga* représentait un besoin d'unité inhérent à toute quête de sens, par la maturation sociale et spirituelle de la Terre.

---

[1] Tome 1, *Le Phénomène humain*, p.116
[2] Tome 5, *L'Avenir de l'Homme*, p.122

De la matière à l'esprit

Teilhard rejette la matière en tant qu'élément statique. Elle s'impose à lui avec son dynamisme propre. À partir des particules élémentaires, la genèse se poursuit suivant un axe de complexité croissante. Ainsi nous apparaissent les atomes, eux-mêmes se combinant en molécules qui deviendront à leur tour des cellules d'où jaillira la vie. Mais après ?

Teilhard de Chardin a essayé de trouver une réponse à cette question, non pas en étudiant la matière en tant que telle, mais en l'analysant sous l'angle du couple matière-esprit dont il découvre la continuité : *« Il n'y a pas, concrètement, de la Matière et de l'Esprit : mais il existe seulement de la Matière devenant Esprit. Il n'y a au Monde, ni Esprit, ni Matière : l'Etoffe de l'Univers est Esprit-Matière. Aucune autre substance que celle-ci ne saurait donner la molécule humaine*[3]*. »*

Teilhard dont la devise *« Tout ce qui monte converge »,* a animé toute sa vie, symbolise le passage de la matière à l'esprit, c'est-à-dire l'Évolution, par un cône. La base du cône représente le multiple constitué par la matière à l'état primitif, mais plus le cercle du cône se rétrécit, plus il se concentre, plus l'esprt se dégage de la matière et plus il se rapproche du sommet qui sera pur esprit. La base et le sommet ne font qu'un et pourtant, le sommet est totalement différent puisqu'il représente un point unique par rapport à la base ample et dispersée en une myriade de points. C'est au sommet qu'apparaît le point Oméga, unique centralisateur en qui tout culmine. La montée de l'Évolution vers le point Oméga est conditionnée par le progrès matériel qui permettra de créer les conditions nécessaires à un épanouissement toujours plus grand des énergies psychiques et spirituelles. C'est alors seulement que l'Oméga de l'Évolution pourra coïncider avec l'Oméga de la foi, pôle divin selon l'Apocalypse de saint Jean. Cette rencontre exprime la jonction entre la phénoménologie et la théologie teilhardiennes, bien distinctes au départ. C'est un nouvel aspect de la transcendance qui se dessine à mesure que la vision du monde progresse.

« Tout se tient par en haut. Ce principe consacre avant tout, la royauté de l'Esprit. Mais, du même coup il sauve et ennoblit la Matière. En effet, si c'est l'Esprit qui entraîne et soutient constamment la Matière dans l'ascension vers la conscience, c'est la Matière, en revanche, qui permet à l'Esprit de subsister en lui fournissant constamment un point et un aliment... La pureté du sommet spirituel d'un être est proportionnelle à l'ampleur matérielle de la base[4]*. »*

À partir de l'Homme, ce n'est plus le jeu des déterminismes et des hasards qui actionne l'Évolution, c'est l'esprit de l'Homme et sa conscience qui prennent le relais et poursuivent le mouvement en avant, vers l'avenir. Teilhard découvre alors que le meilleur moteur capable d'actionner l'Évolution est l'amour qui, après avoir rassemblé les corps, unifie les esprits. Comment l'amour est-il apparu ?

---

[3] Tome 6, *L'Énergie humaine*, p.74
[4] Tome 9, *Science et Christ*, p. 78-79

De l'esprit à l'amour

En remontant vers les origines de l'Évolution, les atomes nous renseignent sur les éléments constitutifs de la matière et à un stade supérieur, les molécules annoncent la naissance du vivant d'où jaillira la pensée. Si deux atomes se rapprochent toujours plus jusqu'à s'interpénétrer, l'électron d'un des atomes ayant attiré irrésistiblement le noyau de l'autre, on constate que les pôles de mêmes signes se repoussent, tandis que ceux de signes opposés s'attirent. Dans la réalité humaine, deux individus ne s'attirent et ne s'unissent, en principe, que s'ils sont de sexes différents pour pouvoir donner naissance à une nouvelle entité. C'est l'altérité homme femme qui fonde la cellule familiale.

Un raccourci saisissant dévoile ainsi les prémices de l'amour. L'attraction initiale est devenue attirance, puis attrait, pour culminer dans le désir qui s'embrasera dans l'amour. Pour Teilhard, *« l'amour est la plus universelle, la plus formidable, et la plus mystérieuse des énergies cosmiques*. » Il en déduit que *« la manière la plus expressive, et la plus profondément vraie, de raconter l'Évolution universelle serait sans doute de retracer l'Évolution de l'Amour*[5]*. »* Avant l'Homme, toutes les naissances se sont opérées centre à centre par les noyaux, à partir de l'Homme, centre à centre devient conscience à conscience, dont la plus intime union sera l'amour entre deux êtres qui rejaillira sur d'autres êtres, telle une réaction en chaîne. Ne décèle-t-on pas les prémices de cette réaction en chaîne dans la physique nucléaire ?

L'amour est donc apparu à la suite d'un long processus qui s'est déroulé dans le Cosmos. Il représente désormais l'unique espérance qui permet à l'Homme d'éviter le déterminisme puisque l'union *amorisante* est facteur de création, donc à l'opposé de l'entropie qui est la chute ou la décroissance de l'énergie utilisable.

L'amour entre deux amants est capable d'entretenir et de déchaîner des forces considérables. Souvenons-nous de la passion d'Héloïse et d'Abélard en écho à cette parole de saint Augustin *« La seule mesure d'aimer est d'aimer sans mesure. »*

Dans un Cosmos statique, cette force mystérieuse n'opère qu'à l'échelle des personnes. L'amour ne peut aller plus loin, puisque tout est stable. En revanche, dans un Cosmos en évolution, dans *« une Cosmogénèse d'union, tout devient rigoureusement, par structure, aimable et aimant*[6]*. »* Voici l'amour immanent suscitant l'Évolution, mais voilà l'amour transcendant annonçant la Révélation, par l'Incarnation, Dieu devient immanent au Monde, tout en lui étant transcendant. L'orientation fondamentale de Teilhard : *« Atteindre le Ciel par achèvement de la Terre*[7] *»* prend ici tout son sens, puisque le monde temporel est destiné à être transformé par l'amour, en un monde éternel. L'amour dont les prémices sont perceptibles dès l'origine de l'Univers, n'a véritablement émergé dans l'Évolution qu'avec l'apparition de l'Homme qui a désormais le pouvoir d'introduire cet amour dans la poursuite de la Création pour lui donner sa véritable finalité.

Avec l'Homme, le spirituel devient dominant et évolue librement pour former progressivement une véritable couche pensante répandue sur toute la surface de la Terre, que Teilhard nomme la *noosphère* succédant à la biosphère, couche structurelle de la vie. Si le Cosmos n'est pas statique, l'esprit ne l'est pas davantage, puisqu'il est issu de la matière cosmique. Il existe donc une force immanente qui transcende constamment chaque nouveau seuil de croissance.

---

[5] Tome 6, *L'Énergie humaine,* p. 40-41
[6] Tome 7, *L'Activation de l'Énergie*, p. 275

De l'immanence à la transcendance

Nous sommes existentiellement impliqués dans quelque chose qui nous dépasse infiniment. Un désir inassouvi, une quête jamais satisfaite suscitée par une double énergie qui nous pousse et nous attire à la fois : *« push and pull »* selon la très pertinente expression anglaise que Teilhard aimait à citer. Nous avons signalé précédemment que cette double énergie est décelable dès les prémices de l'Évolution, puisque les particules élémentaires étaient animées d'un mouvement d'attraction qui, par complexité croissante, a permis à la matière de s'organiser toujours mieux. Cela suppose que l'esprit était latent dans la matière la plus primitive, puisqu'il ne pouvait naître ailleurs.

La matière inerte devenue vivante, puis pensante, ne peut donc être animée que par une énergie intérieure : l'immanence. L'Évolution dévoile alors, que l'immanence qui pousse *« push »* est liée à la transcendance qui attire *« pull »*. L*'Homo sapiens* n'est donc pas le terme de l'Évolution, comme la plupart l'imaginent. Il représente simplement la flèche avancée d'une trajectoire qui a débuté il y a 14 milliards d'années, et qui continue sa course. Or, toute trajectoire suppose un sens, et le sens ne peut apparaître que s'il y a une origine qui pousse et une direction qui attire. Que constatons-nous ? La trajectoire de l'Évolution part d'un chaos originel pour se diriger progressivement vers une organisation de plus en plus élaborée, grâce à la durée.

Mais l'Évolution n'est pas un long fleuve tranquille. Si les forces de désintégration semblent faire boule de neige dans l'histoire des Hommes, donnant l'impression que le mal triomphe, tout ce qui existe n'a pu naître que dans l'affrontement et la violence, en lutte contre d'énormes forces de destruction. Toute nouvelle organisation est née de l'affrontement de l'ordre et du désordre, à commencer par les atomes formés dans le cœur des étoiles et libérés par leur explosion d'une violence inouïe. Plus tard, les êtres vivants tueront d'autres êtres vivants pour se nourrir et les Hommes n'échapperont pas à cette règle, ils sacrifieront d'autres Hommes pour défendre un idéal. Pourtant, chaque nouvelle organisation s'est avérée plus forte que la désorganisation dont elle était issue, tout au long de la trajectoire de l'Évolution, sinon nous ne serions pas là pour le constater. L'Évolution a donc engagé une énergie dont le ressort serait l'union créatrice, ébauchée par Bergson et développée par Teilhard. À nous de prendre le relais en gérant notre héritage, seule façon de continuer à nous dépasser comme la nature n'a cessé de se dépasser.

De nos jours, le questionnement scientifique suscite une rigueur de plus en plus grande, mais permet en revanche au phénomène religieux une ouverture plus vaste, une *« reliance »*, grâce à une cohérence qui se dessine entre ce que l'Homme croit et ce qu'il voit. *« La vérité n'est pas autre chose que la cohérence totale de l'Univers par rapport à chaque point de lui-même*[8]*. »* La vérité n'est donc pas figée, elle est devant nous. La vérité n'est pas, elle devient. Elle se situe dans une synthèse future sans cesse corrigée par de nouvelles découvertes.

La vérité est ainsi activée par une énergie en direction d'un état toujours plus complexe et centré vers l'avant. Cette énergie confirme que l'esprit n'est plus l'opposé, mais l'épanouissement suprême de la matière. L'esprit est donc en continuelle pro-

---

[7] Tome 13, *Le cœur de la matière*, p. 58
[8] Tome 6, *L'Énergie humaine*, p. 71

gression. Ce phénomène, latent depuis les origines, est observable à partir de l'apparition de la conscience qui a pu jaillir du cerveau parce qu'il représente la matière la plus complexe et la mieux organisée qui soit. Pourquoi ce processus devrait-il s'arrêter ? L'Évolution étant irréversible, l'esprit ne peut que croître, grâce à la durée qui transforme les choses en les améliorant sans cesse. Teilhard de Chardin découvre que l'univers est un organisme unique. De l'unité physique inerte la plus petite, la plus simple, jusqu'à l'Homme, haut de gamme de l'Évolution, l'augmentation qualitative dans l'intérieur des choses peut être vue comme directement proportionnelle à leur complexité. Cette découverte amena Teilhard à définir la loi de *complexité-conscience* qui rend caduque le dualisme aristotélicien et thomiste, évoqué précédemment, qui oppose l'esprit et la matière. Dans ce cas précis, le mot « loi » ne correspond pas à une donnée de la nature, mais à un accroissement continu de la complexité qui peut se résumer ainsi :

Toute émergence spirituelle, tout progrès d'ordre psychique, sont corrélatifs à un arrangement de plus en plus complexe de la matière, l'arrangement le plus complexe de la matière étant le cerveau humain, berceau de la conscience. Cette mutation ne signifie pas que le cerveau secrète la conscience comme le foie secrète la bile, elle signifie que le cerveau ayant atteint un degré de complexité suffisant a pu engendrer quelque chose de radicalement nouveau : la conscience. L'esprit a pu ainsi jaillir de la matière.

Cet accroissement continu de la complexité suppose que les particules élémentaires comportaient une étincelle d'esprit. La physique quantique confirme cette inséparabilité, puisqu'elle considère la particule élémentaire sous la forme d'une onde et non plus comme une entité solide et insécable. Le phénomène de *complexité-conscience* énoncé par Teilhard, définit le troisième infini, l'infiniment complexe qui est la rencontre de l'Homme moderne avec le temps, comme les deux infinis de Pascal, l'infiniment petit et l'infiniment grand, furent la rencontre de l'Homme classique avec l'espace.

C'est le temps dans l'espace qui a permis à la matière de devenir esprit, grâce à la durée. Dans ce constat, Teilhard rejoint Einstein qui a rendu inséparable le temps, l'espace et l'énergie-matière. Pour Einstein, la matière n'est pas inerte, elle est énergie. Il découvre ainsi la puissance considérable contenue dans l'atome. Pour Teilhard, la matière reflète le même dynamisme, mais en direction de l'esprit, puisqu'elle en est le moule.

Si l'esprit a pu jaillir de la matière, comment progresse-t-il alors que rien n'est statique sur la trajectoire de l'Évolution ?

La progression de l'esprit

Le vingtième siècle a témoigné que l'Homme est resté primitif dans ses croyances qui engendrent toujours les fanatismes, les violences, les compétitions et le non-sens. N'est-il pas aberrant que l'Homme devienne de plus en plus performant dans le savoir et reste un nain dans le domaine de l'esprit ?

Dans une de ses lettres, Teilhard de Chardin rapporte une parole de l'abbé Breuil, préhistorien : *«Nous venons seulement de lâcher les dernières amarres qui nous retenaient encore au Néolithique.»* Et Teilhard ajoute : *«Formule paradoxale, mais lumineuse. Plus j'ai réfléchi depuis cette parole, plus j'ai cru voir que Breuil avait raison.»*

Nous vivons encore dans les croyances de l'homo erectus qui voulait dominer le monde, or l'intelligence, si nous voulons bien l'écouter, nous impose de renouveler le *«croire»* en assignant au *«savoir»* la mission de décaper le *«croire»* de ses archaïsmes.

Comment y parvenir ?

À partir de l'esprit, l'Évolution ne dépend plus du seul hasard. Nous pouvons désormais intervenir dans le cheminement de notre existence.

Notre *« je »* aspire à connaître un monde peuplé de *« tu »* pour devenir ensemble *« nous ».* Ce sont les autres, celles et ceux que nous aimons, qui, à travers les échanges, éveillent en nous des richesses cachées que nous partageons ensuite avec eux et qui nous font devenir ce que nous sommes vraiment. Sans *« l'autre »,* sans les *« autres »,* nous n'y serions pas arrivé. Mais *« l'autre »* signifie avant tout pour Teilhard l'apport indispensable du sexe opposé. Durant des siècles, notre société composée de femmes et d'hommes n'a obéi qu'aux lois élaborées par des hommes. La femme devait couler sa pensée dans le moule qu'eux seuls imposèrent. De la fonction reproductrice à laquelle la femme était condamnée, Teilhard lui confère une fonction dynamique : *« Par la femme et par la femme seule, l'homme peut échapper à l'isolement où sa perfection risquerait de l'enfermer... L'attraction mutuelle des sexes est un fait si fondamental que toute explication (biologique, philosophique ou religieuse) du Monde, qui n'aboutirait pas à lui trouver dans son édifice une place essentielle, est virtuellement condamnée*[9]*. »* Pour Teilhard, la femme est pour l'homme la première animatrice de l'énergie humaine. *« Rien, ne s'est développé en moi que sous un regard et sous une influence de femme (...)Pas plus que de lumière, d'oxygène ou de vitamines, l'homme – aucun homme – ne peut (d'une évidence chaque jour plus criante) se passer de féminin*[10]*. »*

Parvenu à cette plénitude spirituelle, l'être humain peut concilier la mouvance du monde où il est appelé à s'insérer pour pouvoir s'épanouir et une conduite à laquelle il a été habitué à se plier, c'est-à-dire la morale. C'est alors que surgit la notion d'éthique qui doit ré-enfanter la morale, en regard de l'Évolution.

Le ré-enfantement de la morale

L'Homme ne peut plus se permettre de jouer à l'équilibriste entre le permis et le défendu, parce que le jeu est devenu trop dangereux. Il doit agir pour que l'Évolution réussisse. Il faut donc qu'il s'y intéresse, qu'il canalise et oriente le mouvement de l'Évolution. Ainsi, pour que l'action soit morale, elle doit être éclairée par le savoir acquis et non plus par les croyances car seul le savoir permet de déchiffrer et de comprendre les mécanismes de l'Évolution. *« Être plus, c'est d'abord savoir plus*[11]*. »* disait Teilhard. Citons un exemple où le savoir s'est substitué au croire : On a longtemps cru que l'Homme était une créature originale. Darwin, dans son livre *« L'origine des espèces »,* a démontré qu'il était issu de l'espèce des primates. Les chimpanzés sont nos cousins, avec qui nous partageons 98% de gènes en commun.

Pour que le croire soit constamment éclairé par le savoir, il convient d'analyser le sens du mot religieux, dont le croire est la seule ossature. On découvre alors deux racines latines : *« religare »,* relier et *« relegere »,* relire. Relier les Hommes entre eux

---

[9] Tome 6, *L'énergie humaine*, p. 91-93
[10] Tome 13, *Le cœur de la matière*, p. 72
[11] Tome 5, *L'Avenir de l'Homme*, p. 31

et à ce qui les dépasse, mais aussi relire l'Histoire. Une relecture constante s'impose à tous les stades du croire et du savoir. Relecture de la genèse et de la science. Relire *« relegere »,* est inséparable de relier *« religare »*. On ne peut relire correctement que ce qui a été relié, et vice-versa. Les fondamentalistes refusent toute relecture, parce qu'ils raisonnent comme si l'Évolution n'existait pas. Or Teilhard rappelle que *« il y a longtemps que l'Évolution a cessé d'être une hypothèse pour devenir une condition générale de connaissance (une dimension de plus) à laquelle doivent désormais satisfaire toutes les hypothèses*[12]*. »* L'Évolution ne peut s'arrêter à l'Homme, à moins de supprimer la notion de durée, ce qui est absurde. Elle nous oblige au contraire à regarder vers l'avenir, à cause de la durée qui nous projette dans le temps. Nous savons que la science va continuer à progresser, mais comment faire progresser l'esprit ? Il faut concilier ce que la science nous dévoile avec notre aspiration à la spiritualité.

La science ne nous dit pas comment nous devons vivre pour que demain soit vivable, elle nous oblige à chercher un sens que notre conscience doit saisir dans les domaines aussi différents que le nucléaire, la robotique, la génétique, l'écologie, la pollution. Les Comités d'éthique ont été conçus dans ce but.

Pour que l'esprit progresse, Teilhard nous invite découvrir le sens à suivre grâce à deux critères inséparables qui sont la cohérence et la fécondité. La cohérence permet d'établir une synthèse à partir d'analyses multiples, mais chaque synthèse devra sans cesse être remise en question, corrigée et enrichie par l'apport de nouvelles découvertes. La cohérence est donc source de fécondité et nous fait découvrir la vérité, comme le souligne Teilhard. *« Le critère essentiel, la marque spécifique de la Vérité est de pouvoir se développer, indéfiniment, non seulement sans jamais développer de contradiction interne, mais encore en formant un ensemble positivement construit, où les parties se supportent et se complémentent toujours mieux mutuellement*[13]*. »* La fécondité nous conduit là où se cache le sens, or le sens c'est la tension vers quelque chose qui nous dépasse. Dans notre approche de l'humain, le culturel doit désormais prendre le relais du biologique. Les progrès biologiques sont trop lents pour être perçus dans l'immédiat. C'est le culturel qui permet aux Hommes d'avancer.

L'Homme ne peut évoluer qu'avec tous les Hommes. C'est moins l'individu qui évolue désormais que l'espèce humaine, chaque Homme prenant conscience qu'il ne peut exister qu'en fonction de l'autre, de tous les autres. Après l'ère de l'hominisation, nous entrons dans celle de l'humanisation. L'Homme doit passer le relais à l'humanité. C'est ainsi que nous pouvons répondre à la question *«l'esprit en progrès».* C'est ainsi que se développe la *noosphère*, cette enveloppe pensante qui recouvre la Terre.

L'énergie spirituelle qui ne fait que progresser depuis l'émergence de l'*homo sapiens* permet à l'être humain de trouver l'harmonie et l'union avec autrui, avec la vie, avec le monde. Elle doit pousser chacun personnellement et collectivement, à prendre conscience de ce lien qui le rattache au Tout, c'est-à-dire au cosmos et à la vie dont il est issu. Seule l'énergie spirituelle peut mettre fin à la coupure qui rendait l'Homme à la fois, étranger aux autres et à son monde.

Si le corps a besoin de se nourrir pour vivre, l'esprit ne peut se passer de concilier le croire et le savoir pour calmer son angoisse et progresser. N'y a-t-il pas une logique qui oblige à combler les besoins de l'esprit comme ceux du corps ?

---

[12] Tome 2, *L'Apparition de l'Homme*, p. 298
[13] Tome 11, *Les Directions de l'Avenir*, p.182

Regardons de plus près ce qui ressortit de l'esprit et ce qui ressortit du corps. Si l'Homme veut rester cohérent avec lui-même, il ne peut abandonner sa quête spirituelle dans une impasse nihiliste, alors que la pensée teilhardienne a posé la question du sens de l'Évolution et de l'humain à partir d'une étude rigoureuse de l'Homme au sein de la nature et de l'Évolution.

Oméga évoqué plus haut, représente pour Teilhard le terme du phénomène de *complexité-conscience* induit par l'Évolution. *Oméga*, vu sous l'angle de la science, n'est posé par Teilhard que comme postulat et non comme concept. Cette nuance est capitale. Le concept, c'est le réel reconstruit selon un schéma humain qui relève de la mesure et de la logique. Ce n'est pas par concept que se détermine l'artiste, l'amoureux ou le prophète, celui qui est en quête d'absolu. Le postulat, au contraire, est fait de tout ce qui échappe au concept. Notre existence, en tant que personne, ne se construit pas à partir de *« je pense donc je suis »* bien cartésien, où le *« je »* est réduit à l'individu, mais à partir de notre relation à l'autre et au devenir de chacun, comme le ressentent tous ceux qui ont soif d'absolu : l'artiste, l'amoureux ou le prophète. On peut alors compléter Descartes en disant : je pense parce que tu es pour que je sois. J'ai besoin de l'autre pour devenir ce que je suis, en écho à l'injonction du poète grec Eschyle *« Deviens ce que tu es. »* La transcendance dévoilée à travers cette quête de soi est faite de tout le foisonnement de la vie vers un projet plus spécifique, plus centré, qui échappe au concept, c'est un postulat et tout postulat relève de l'intuition.

L'intuition permettra ainsi à Teilhard de Chardin d'agrandir considérablement sa vision eschatologique et de nourrir sa foi. Si l'*Oméga* de la science n'est formulé par lui que comme postulat dans la phénoménologie humaine, il peut devenir acte de foi dans la phénoménologie chrétienne et s'identifier alors à Dieu, sous son aspect transcendant et préexistant.

Il convient toutefois de préciser que la foi n'est pas le contraire de la raison mais son moment critique. La foi, ce ferment de l'esprit, est la négation de la négation, c'est-à-dire, la négation des limites de l'Homme. Le postulat *Oméga* de la science n'est-il pas alors capable de répondre à une demande de foi de la part de l'Homme ? *« Forcés toujours plus étroitement l'un sur l'autre par le progrès de l'Hominisation, et plus encore attirés l'un vers l'autre par une identité de fond, les deux Omégas, je répète, (celui de l'Expérience et celui de la Foi) s'apprêtent certainement à réagir l'un sur l'autre dans la conscience humaine, et finalement à se synthétiser : le Cosmique étant sur le point d'agrandir fantastiquement le Christique ; et le Christique sur le point (chose invraisemblable !) d'amoriser (c'est-à-dire d'énergifier au maximum) le Cosmique tout entier*[14]*. »*

La science ne donne pas les éléments d'une foi, pas davantage que la foi ne répond aux exigences de la science, et il ne saurait y avoir d'interférence, mais *Oméga* peut représenter une exigence d'unité permettant à l'Homme d'articuler science et foi. Il n'y a pas de concordisme dans cette démarche, mais une cohérence. Le concordisme consiste à rapprocher et à justifier l'un par l'autre, science et religion, savoir et croire. Teilhard s'oppose farouchement à cette méthode qui est pratiquée par les fondamentalistes de toutes les religions.

Pour le chrétien Teilhard, il a fallu que l'Évolution devienne consciente d'elle-même, pour que le Christ se greffe sur l'Homme. Un Christ non pas statique, mais

---

[14] Tome 10, *Comment je crois*, p. 291

évoluteur, car il a besoin de l'Évolution pour entraîner l'humanité vers une synthèse du créé et de l'incréé. *« Alors, sans doute, sur une Création portée au paroxysme de ses aptitudes à l'union, s'exercera la Parousie*[15]*. »* Oméga se découvre ainsi à travers un acte de synthèse de l'esprit comme le point d'intersection de la montée irréversible de l'Évolution et de la descente sur Terre de la Révélation. Oméga représente le point de convergence du créé : l'Évolution et de l'incréé : la Révélation. Pour Teilhard, l'Évolution explique la Révélation. La Révélation rejoint l'Évolution.

Si nous ajustons notre regard à la manière de Teilhard, nous constatons qu'au début de son histoire l'Homme pensait pour survivre, alors que de plus en plus, il vit pour penser, en faisant jaillir cette pensée hors de lui, sous une forme utilitaire d'abord, par toutes les inventions issues de la science et de la technologie, et enfin sous une forme sublimée, ce don issu d'une sensibilité extrême qui s'exprime sous toutes les formes de l'art. Teilhard de Chardin invite l'Homme à être volontairement optimiste, à dire oui à toutes les espérances de la Terre et à saisir le Monde à bras le corps. *« Un univers qui continuerait à agir laborieusement, dans l'attente consciente de la Mort absolue serait un Monde stupide, un monstre d'Esprit, autant dire une chimère... Dès lors qu'il admet en lui de la Pensée, un Univers ne saurait plus être simplement temporaire, ni à évolution limitée : il lui faut, par structure émerger dans l'absolu*[16]*. »*

Parti de l'Australopithèque et parvenu au stade de l'Homo sapiens, le cerveau a généré la conscience qui permet à l'Homme de savoir qu'il sait. Cette caractéristique de l'esprit pousse les Hommes à se concentrer socialement sous forme d'unification de la masse humaine, cette *noosphère* qui nous révèle que c'est moins l'Homme isolé qui progresse que les Hommes unis. Après l'Homme, l'humanité. Teilhard confirme sans cesse ce progrès de l'esprit qui ne peut dominer la matière que mû par l'amour, la plus formidable des énergies : *« Seul l'amour, pour la bonne raison que seul il prend les êtres par le fond d'eux-mêmes, est capable, - c'est là un fait d'expérience quotidienne, - d'achever les êtres, en tant qu'êtres, en les unissant*[17]*. »* L'Évolution n'est pas arrivée à son terme puisque la durée se poursuit. De ce fait, *« la marche de l'Humanité, prolongeant celle de toutes les autres formes animées, se développe, incontestablement dans le sens d'une conquête de la Matière mise au service de l'Esprit. Pouvoir plus pour agir plus. Mais, finalement et surtout, agir plus afin d'être plus*[18]*. »*

Teilhard de Chardin a défini le progrès comme *« une montée de conscience*[19] *»* qui ouvre la voie à la suprême objectivité consistant à dialoguer avec tout être qui reconnaît à son interlocuteur la richesse de toutes les valeurs humaines pour former *«le front commun de tous ceux qui croient que l'Univers avance encore, et que nous sommes chargés de le faire avancer*[20]*.»* Cette responsabilité de plus en plus grande constitue un épanouissement de la personne qui est un progrès de l'esprit, d'où émane la plus forte passion que l'être humain puisse éprouver : la passion de vivre et d'aimer.

---

[15] Tome 9, *Science et Christ*, p. 113
[16] Tome 6, *L'Énergie humaine*, p. 50
[17] Tome 1, *Le Phénomène humain*, p. 295
[18] Tome 1, *Le Phénomène humain*, p. 277
[19] Tome 5, *L'Avenir de l'Homme*, p. 93

Poussières d'étoile il y a des milliards d'années, nous ne formons plus qu'un avec tout ce qui existe. Si tout dépend de tout dans l'univers, faute d'un arrière-plan, le réel s'effondre dans le chaos du non-sens. L'immanence sans transcendance débouche sur le désenchantement du monde et nous plonge dans le néant. Pareil au papillon qui s'envole de sa chrysalide, l'esprit paré de toutes les richesses du monde s'échappe de la matière. Ouvrant les portes de l'absolu, Teilhard, dans un élan mystique, nous fait découvrir le chant de l'espace dans la transparence du temps :

Baigne-toi dans la Matière, fils de l'Homme, - Plonge-toi en elle là où elle est la plus profonde ! Lutte dans son courant et bois son flot ! C'est elle qui a bercé jadis ton inconscience ; - c'est elle qui te portera jusqu'à Dieu[21] *!»*

---

[20] Tome 5, *L'Avenir de l'Homme*, p. 106
[21] Tome 13, *Le cœur de la matière*, p.86

L'ESPRIT COMME PRINCIPE D'ALTÉRITÉ

par

Yves LEDURE de l'Académie nationale de Metz

Quand on s'interroge sur l'esprit en progrès, on postule d'une façon ou d'une autre que tout au long de l'histoire des hommes une dynamique est à l'œuvre, celle précisément de l'esprit. Cette dynamique met l'homme en mouvement, elle le mobilise dans une projection de soi qui s'appelle créativité ou innovation. L'esprit garde l'homme en éveil de lui-même, de son avenir. Mais cette avancée ne dit rien de la qualification de la démarche. Car toute avancée n'est pas nécessairement amélioration ou authentique progression. C'est ainsi que l'histoire des hommes a connu des pages sombres comme les guerres, les génocides et autres massacres qui n'ont rien d'une ère de bonheur ou de prospérité pour ceux qui les subissent.

Il en va de même dans le parcours individuel des humains. Chacun peut reconnaître en lui les moments où la dynamique de l'esprit ressemble davantage à une régression, voire une détérioration qu'à la projection d'une vie meilleure. En d'autres termes, la dynamique de l'esprit est autant chemin de perfectionnement que de dégradation. Toute interrogation sur l'esprit en progrès doit donc tenir compte de cette ambivalence de la dynamique spirituelle. A partir d'une réflexion d'Edmund Husserl, je voudrais évoquer un aspect de cette dynamique de l'esprit pour les temps modernes.

La force de l'esprit

Le 7 mai 1935, Edmund Husserl prononce au Kulturbund de Vienne une conférence intitulée : « La crise de l'humanité européenne et la philosophie ». Husserl, bien que malade, retravaille à plusieurs reprises cette conférence (qui sera d'ailleurs donnée également à Prague) avant d'être publiée. Dans ce texte, le philosophe de Fribourg-en-Brisgau[1] s'interroge sur la crise culturelle que traverse l'Europe et dont les conséquences politiques sont déjà manifestes, notamment en Allemagne avec l'arrivée au pouvoir du national-socialisme en janvier 1933. La crise dont parle Husserl n'est pas seulement intellectuelle et politique. Elle porte sur les fondements sur lesquels repose l'histoire de l'Europe. Il s'interroge sur les éléments qui ont pu conduire à ces dérives et qui finiront par conduire à la catastrophe du nazisme et de la deuxième guerre mondiale. En somme, Husserl se demande comment et pourquoi l'Europe en est arrivée

---

[1] Il faut se rappeler, pour expliquer l'environnement immédiat de Husserl, qu'en avril 1933, Heidegger qui avait voté pour le NSPD, est élu recteur de l'université de Fribourg-en-Brisgau. Il démissionne six mois plus tard pour raison de désaccord avec l'idéologie politique du parti national-social, mais garde son enseignement. Ces épisodes de la vie de Heidegger feront naître des polémiques et débats pour savoir si et à quel point des options politiques ont pu influencer sa réflexion philosophique.

à ce point de rupture d'avec ce qui est l'héritage de la philosophie grecque et de la Renaissance, à savoir l'humanisme.

Partant de l'exemple de la médecine, il constate que partout et depuis toujours les hommes ont cherché à soigner et à guérir. La médecine ancestrale naturelle à base d'observation et d'expérience, transmise par la mémoire, a été la discipline traditionnelle pour y parvenir le mieux possible. A partir du XIX[e] siècle est apparu ce que Husserl appelle la médecine, « science de la nature » qui est un système rigoureux de connaissances à base d'auscultation de symptômes et d'expérimentations ou de vérifications. Grâce à ces méthodes qui reposent sur l'exactitude mathématique, les sciences de la nature, adaptées aux objets qu'elles étudient, arrivent à décrypter le réel pour en dégager les lois qui les organisent. Et Husserl conclut cette analyse en écrivant : « Il en résulte une véritable révolution dans la maîtrise de la nature par la technologie »[2].

Or, constate Husserl, les sciences de l'esprit n'ont pas connu la même réussite car leur méthode est bien différente. La méthode des sciences de la nature qui repose sur l'observable et le vérifiable, ne convient pas à l'esprit. Car l'esprit n'est pas un objet et ne tombe donc pas sous l'analyse de l'enquête empirique. Par manque de méthodologie appropriée, les sciences de l'esprit ont été négligées au profit des sciences exactes de la nature. La modernité ne s'est pas préoccupée, ou très peu, d'une dimension incontournable du vivant, à savoir l'intériorité, la subjectivité du vivant. A sa décharge, Husserl reconnaît que la connaissance des réalités de l'esprit n'est pas aisée, car elle est davantage descriptive que nominative. A ce stade, on en reste toujours au niveau de l'approche, et non de la certitude comme dans les sciences de la nature.

Le triomphe du positivisme

Husserl détecte dans cet écart entre sciences de la nature et sciences de l'esprit la raison majeure de la crise humaniste européenne. Non parce que cet écart serait la cause exacte et rigoureuse du retard des sciences de l'esprit. Il s'agit davantage d'un climat culturel qui privilégie les sciences de la nature en raison des promesses de maîtrise qu'elles apportent et des innovations qu'elles signifient pour l'existence de l'homme. Quelques décennies plus tard, Claude Bruaire, un philosophe qui n'a pas eu le temps de mener à terme son œuvre, s'empare du même problème en reconnaissant que la modernité délaisse les domaines de l'esprit. Depuis quelques siècles remarque-t-il l'Occident a instruit « une science de la matière qui serait opératoire et donc, en termes mathématiques, afin de donner lieu à une technique et de dominer notre monde… Alors, pour le faire, pour constituer ce savoir difficile de la matière qui fait notre monde en ses phénomènes sensibles, il a fallu mettre entre parenthèses, et c'est ce que fait tout physicien, tout savant d'aujourd'hui, l'ordre de l'esprit »[3]. Cette mise entre parenthèses est devenue, au fil du temps, oubli de l'esprit.

La suprématie des sciences de la nature s'est imposée et a engendré le triomphe du positivisme qui gomme la dimension subjective des réalités, et tout particulièrement de l'homme, qu'investit tout spécialement la philosophie. Cette emprise des sciences de la nature s'observe tout particulièrement dans le domaine de la médecine, domaine

---

[2] E. HUSSERL, *La crise de l'humanité européenne et la philosophie*. Paris, Aubier Montaigne, 1977, p. 17
[3] Claude BRUAIRE, *La force de l'esprit*. Entretiens avec Emmanuel Hirsch. Paris, DDB, 1986, p. 15-16

sensible dans la mesure où il touche à la santé, à l'équilibre de l'homme. La médecine scientifique, largement dominante aujourd'hui, utilise les données que lui fournissent les sciences théoriques, notamment l'anatomie et la physiologie. Le plateau technique de la médecine privilégie la physiologie au point d'en faire l'argument principal de ses analyses et diagnostics. Or, à l'évidence, guérir l'homme, ce qui reste le but de la médecine, implique que l'on prenne en compte tout autant, parfois même davantage, la dimension subjective de l'humain. Car cette intériorité dessine le premier tissu de la bonne santé. L'ignorer dans le diagnostic étiologique laisse à penser que la matérialité de l'existence humaine est la caractéristique essentielle de l'humain au détriment de tout ce qui ressort de l'esprit, du spirituel.

La société sécularisée occidentale campe sur cette empathie avec la matérialité et la sectorisation. On peut l'observer dans l'attention extrême que nos contemporains accordent au corps tant en ce qui concerne les soins que la nourriture ou ses jouissances érotiques. Tout se passe comme si la sensibilité contemporaine avait pris au mot l'affirmation, quelque peu abrupte de Nietzsche : « Corps suis-je, tout et totalement, et rien d'autre »[4]. En oubliant que Nietzsche postule une lisière (*Gängelband*) du corporel pour assurer la maîtrise du soi (*selbst*). L'affirmation de Nietzsche ne fait que rendre justice à la fonction originante du corps. Car c'est bien dans et par le corps que l'homme naît à la vie, qu'il grandit, mais aussi qu'il meurt. Cette sorte d'asymptote de la courbe existentielle est, aux yeux de Schopenhauer, ce qui donne à penser ; elle est à la source même de la réflexion philosophique. Dans la problématique de Nietzsche, le corps n'est pas exclusivement « corporel » c'est-à-dire organique ou physiologique. Nietzsche parle du corps et de sa grande raison (*seine grosse Vernunft*). Si le corps est l'homme, ce n'est pas en tant qu'exclusif de tout autre dimension, mais bien en tant que tissu composite des fils de différentes natures. En ce sens, il faut parler de corporéité pour rendre compte de cette diversité alors que le corporel renvoie à ce qui est physiologique. De ce point de vue, il est légitime de dire que le corps-homme dispose d'une longueur d'avance sur l'organisme corps-animal. Le corporel animal qui est propre à tout vivant se spécifie en l'homme en corporéité dans et par l'activation de l'esprit.

Si l'on veut bien suivre cette analyse, on voit que l'esprit occupe une fonction essentielle dans l'existentiel. Il est *l'autre,* dira Claude Bruaire, de tout ce qui peut être mesuré, observé, vérifié dans l'ordre des phénomènes et de la matérialité. Il n'est pas seulement une instance de connaissance, une faculté intellectuelle mais une activation de l'existentiel. Il n'ajoute rien à ce qu'est le corporel, mais il est une force, une énergie de régénérescence, de renouvellement. Dans l'ordre du strict matériel, le changement s'opère en ajoutant, en ajustant, en complétant. L'esprit, parce qu'il ne s'objective pas, régénère, renouvelle et métamorphose tout ce qu'il touche. L'emprise surdimensionnée de la matérialité dans notre représentation occidentale comme dans nos comportements et revendications a amputé l'homme moderne de cette énergie spirituelle. On inverse ainsi la problématique de l'Antiquité qui avait récusé le corps pour permettre à l'âme d'assurer la maîtrise du parcours humain. La modernité pousse le balancier dans l'autre sens en oubliant l'esprit pour mieux, croit-on, laisser au corps une liberté d'exercice, la plus grande amplitude opérationnelle. En oubliant que la liberté est de l'ordre de l'esprit.

---

[4] Fr. NIETZSCHE. *Ainsi parlait Zarathoustra*. Livre I. *Des contempteurs du corps*.

Un processus de décadence ?

On est en droit de se demander à quelles conséquences risque de conduire ce processus de relégation de l'énergie spirituelle. Car il y a nécessairement un enjeu dans cette suprématie de la matérialité au détriment de l'esprit. Nous l'avons dit, l'esprit est principe et force de renaissance, de régénérescence. Il ne se contente pas d'ajouter du neuf à l'ancien, de perfectionner ce qui est, d'ajouter de nouveaux éléments, il fait du neuf. L'esprit est pneuma, souffle créateur. L'esprit est énergie de création parce qu'il est source de nouveauté. Quand cette dynamique est en diminution, qu'elle n'est plus mise en travail par l'homme, se met inévitablement en route un processus de décadence, au sens étymologique du terme. Il y a chute d'énergie, lente dégradation de la courbe culturelle et donc existentielle. Mais ce processus de régression est d'autant plus pervers qu'il est quasi invisible, que ses effets ne se font sentir que lorsque le processus est très largement engagé et donc d'autant plus difficile à contrer. A propos de cette décadence, Claude Bruaire écrit : « Parce qu'elle est rançon de l'oubli, la décadence est déclin inaperçu, et qui risque d'être irréversible à mesure qu'il se fait tard pour faire acte résolu de mémoire quand ses symptômes font système de mort spirituelle de notre espèce »[5]. Le trajet de la régression, s'il n'est pas vigoureusement mis un terme à ses avancées, conduit à une véritable déstructuration des valeurs de l'Occident.

La décadence est processus de déclin. Pour en bien mesurer la portée, il est impératif de ne pas la confondre avec le nihilisme. Ce dernier est une position idéologique ou philosophique qui porte sur les valeurs. On peut voir dans le nihilisme une représentation parmi d'autres du monde et du destin de l'homme. Il récuse l'appel aux valeurs pour organiser le parcours existentiel et préfère laisser la vie se dérouler au fil de son événementialité. Quoi qu'il en soit de son contenu, le nihilisme est une prise de position théorique alors que la décadence est un processus, souvent invisible, de régression pour ne pas dire de décomposition. Puisque c'est l'oubli ou le recul de l'esprit qui est à la source de la décadence, c'est par un sursaut de l'esprit que l'on peut s'opposer à ce processus jusqu'à en inverser la courbe. Car la crise que traversent l'Europe et l'Occident n'est pas due à des dysfonctionnements, à une rupture ou à un non-ajustement, mais bien à une absence d'esprit. Le naturalisme omniprésent enferme l'homme occidental dans la préoccupation du présent, dans la satisfaction de l'instant comme si le parcours existentiel humain se résumait à une infinie multiplicité et répétitivité d'un présent jamais satisfaisant. Contre ce positivisme envahissant, il faut retrouver la manifestation de l'esprit dans sa fonction interrogative, essentielle à l'humain.

L'histoire de l'Europe, depuis sa lointaine origine hellénique, montre qu'une réflexion philosophique, en son support spirituel, a inventé un chemin qui donne à l'homme un « regard d'éternité », un potentiel pour dépasser l'instantanéité de toute vie et trouve dans ce dépassement une satisfaction créatrice. En ce sens, Husserl affirme que « notre humanité européenne recèle une entéléchie qui lui est innée, qui domine tous les changements affectant la forme de l'Europe et leur confère un sens, celui d'un développement (*Entwicklung*) orienté vers un pôle éternel »[6]. Cet état de perfection qu'est l'entéléchie comme

---

[5] Claude BRUAIRE, *De l'être et de l'esprit*. Paris, PUF, 1983, p. 197
[6] E. HUSSERL. Op. cit. p. 33

l'appelle Aristote, donne à l'homme un potentiel dynamique qui le projette en quelque sorte toujours en avant de lui-même, dans un perpétuel dépassement de l'instant présent. Ce processus n'est pas fuite du temps, mais mise en place d'un *télos*, d'une finalité considérée comme la figure de l'infini. C'est précisément cette figure qui hante l'homme trop souvent embourbé dans les marasmes d'une morne finitude. Cet infini attire et anime, il met en route… et cependant il n'est jamais atteint. Ce paradoxe, loin d'être manifestation d'insignifiance, rappelle au contraire que le parcours existentiel s'accomplit moins dans une plate répétitivité des instantanéités, que dans les sursauts successifs comme autant de dépassement du ici et maintenant.

À l'écoute de l'intériorité

Animée par cette potentialité de plénitude, la culture européenne s'est développée dans la perspective de ce pôle d'éternité. Cette dimension donne à l'homme mortel qui se laisse conduire par cette problématique, une attitude totalement nouvelle à l'égard du monde sensible environnant. Cet homme ne cherche pas seulement à maîtriser les ici et maintenant de l'existence. Il est d'abord à l'écoute d'une intériorité qui ne se laisse pas dominer par les affects remuants, un peu à la manière de Socrate vis-à-vis de son *daimon* intérieur. À partir de ce segment d'intériorité que l'on peut tout autant appeler spiritualité, le regard porté sur le monde sensible environnant prend une autre intensité. Il est moins préoccupation utilitaire de ce qui est qu'étonnement face à ce qui advient. Cette dynamique spirituelle repose sur ce *thaumazein*, cet étonnement dans lequel les Grecs voyaient l'origine de l'interrogation philosophique : savoir s'étonner devant l'inexplicable c'est-à-dire se sentir interpellé pour essayer de comprendre. Cet élan que propulse l'étonnement déboîte l'homme de ses seules préoccupations utilitaires pour l'ouvrir aux questions de l'essentiel. L'étonnement induit une authentique pédagogie pour pénétrer le sens caché des choses, leur sens spirituel, celui précisément que donne la dynamique interrogative de l'esprit.

Ainsi une double dynamique se croise en l'homme dont il importe de reconnaître l'interpénétration : celle du corporel, du physiologique et celle du spirituel. L'Occident, depuis deux siècles, s'est aveuglé sur le versant physiologique pour l'investir et en tirer toutes les ressources de bien-être que nous connaissons aujourd'hui. Mais faute de dimension spirituelle, un déséquilibre s'est creusé dans le parcours existentiel de l'homme qui génère décadence et régressions culturelles. A mesure que la dynamique de l'esprit s'estompe, c'est l'intériorité de l'homme qui en souffre. Cette lente dépression pèse sur la dignité intrinsèque de l'homme qui n'est plus traité en fonction de son humanité inconditionnelle. La perte de cet intangible qu'est sa dignité fait de l'homme un objet dans le monde, le plus performant qui soit, admettons-le, mais objet qui doit être valorisé en fonction d'une rentabilité extérieure. Or la dignité de l'homme implique qu'il ne soit pas objet de valeur, à quelque titre que ce soit, mais le sujet même de toute valorisation. La dignité de l'homme ne trouve pas sa source dans ses capacités de performances et de rentabilité, mais dans son désir d'éternité qui ne peut se satisfaire de sa condition mortelle. Ce pôle d'éternité est constante exigence de dépassement et de métamorphose. Les monothéismes se greffent sur cette sourde et souvent inconsciente préoccupation d'éternité, en proposant des modes d'existence qui dépassent les enjeux de l'ici et maintenant. Ce dépassement n'appelle pas un ailleurs du conditionnement humain, mais son approfondissement qui n'est autre que sa spiritualisation, au sens large du terme.

La fatigue de soi

Dans la logique de leur raison d'être, les monothéismes doivent être les vecteurs de ces dépassements qui sont autant de métamorphoses humaines. Car la dignité intrinsèque de chaque humain repose en définitive sur le socle même des monothéismes en tant que pôles d'éternité. A ce titre, ils sont les pédagogues les plus qualifiés de ces sursauts spirituels, en incitant les hommes à en assumer la mise en œuvre. Mais pour rester en connivence avec les hommes de la modernité et comprendre leur aspiration à la liberté et à l'autonomie, ces religions de la transcendance doivent abandonner les images rétrogrades des périodes patriarcales de leur fondation où l'homme n'était qu'un être assujetti sans droits ni choix. D'un autre côté, l'homme occidental pétri de la philosophie des Lumières doit inscrire son projet anthropologique dans une perspective eschatologique qui postule ce pôle d'éternité dont parle Husserl. C'est cette projection qui générera les courages nécessaires pour ces dépassements et métamorphoses qu'impose tout projet d'avenir.

Il faut effectivement oser ces dépassements pour entrer dans un projet humaniste qui redonne à l'homme toute sa dignité, à savoir la capacité de trouver, en lui-même, le sursaut d'une liberté non de revendication mais de création. Mais l'homme du XXI^{e} siècle aura-t-il l'audace de cette régénérescence qui est œuvre spirituelle, affaire de l'esprit ? « Le plus grand péril qui menace l'Europe, écrit Husserl, est sa lassitude » (*Müdigkeit*). L'homme moderne, nous l'avons dit, est fatigué de tout, à commencer de lui-même parce que l'esprit ne porte plus son projet existentiel, trop largement réduit à des aménagements matériels. L'usure de cet effort de dépassement porte en lui-même l'affaissement du religieux. Or, c'est le religieux qui oriente le regard de l'homme vers l'infini et le divin. Quand la requête de matérialité l'emporte sur la préoccupation du spirituel, il est logique que le divin s'éloigne des horizons humains.

Que faire quand la mort de Dieu a été sinon actée du moins proclamée dans la lyrique prométhéenne de Nietzsche ? Que faire quand Dieu est absent d'une société sécularisée ? Que faire quand le plus grand péril qui menace la culture européenne est, aux yeux de Husserl, « l'incendie anéantissant de l'incroyance » (*Vernichtungsbrand des Unglaubens*) ? Revenir au fondamental de toute culture, de tout projet humain, à l'esprit, à la spiritualité. « Car seul l'esprit est immortel ». C'est sur cette conviction que se termine la conférence de Husserl.

Une dynamique d'altérité

Depuis ses plus lointaines origines grecques, la philosophie a su garder l'esprit en éveil de lui-même en cultivant une dynamique de l'étonnement. Préoccupée de sagesse qui exige de donner un sens à toute activité humaine, la philosophie a mis en œuvre cette force interrogative qui veut que rien n'arrive par hasard et qui, de ce fait, contraint à une quête de signification. L'esprit doit, en modernité, retrouver cette « naïveté » de l'étonnement. C'est cette dynamique d'interrogation qui déstabilise les lourdeurs et les pesanteurs d'une vitalité en quête de signification immédiate. L'étonnement, au contraire, projette celui qui s'interroge dans un avenir à remplir. En ce sens, l'étonnement philosophique « liquéfie » pour ainsi dire tout ce qui a tendance à se scléroser.

La modernité, animée par ses savoirs ponctuels et les prouesses technologiques qui en découlent, a quelque peu négligé cette fonction d'étonnement de l'esprit. Une chose est l'accumulation des savoirs et la maîtrise des lois de la nature, autre chose est le sens que ces acquisitions représentent au niveau de la vie humaine. La préoccupation du sens s'opère par la mise en œuvre de la dynamique d'altérité de l'esprit.

Cette activation de l'esprit doit rester une préoccupation majeure pour toute culture qui a besoin de ce principe d'altérité pour échapper aux tentations, combien alléchantes, d'une matérialité qui aurait tendance à se croire unique instance d'une réalisation existentielle heureuse.

L'esprit est précisément l'autre de la nature matérielle, à savoir un principe d'altérité, non pour l'anéantir ou la récuser, mais pour l'assumer en l'identifiant par l'intelligence. L'esprit est l'autre qui immatérialise tout ce qui relève du phénomène, du sensible. Dans cette altérité s'opère une secrète altération, qui ne détruit ni ne supprime, mais détrône tout ce qui a prétention au tout et à l'unique. L'esprit en tant qu'altérité dégonfle et déplace. Il désenfle la prétention d'une phénoménalité d'être l'unique modalité de l'existentiel humain. Il déconstruit l'importance que se donne la matérialité en laissant croire qu'elle est la seule instance de l'être-bien de l'homme, le gage d'un hypothétique bonheur. La complexité humaine ne se réduit à aucun principe de causalité. Force de dissuasion, l'esprit tempère l'ambition plus ou moins manifeste du matériel à devenir, grâce à ses promesses technologiques, l'instance même de la réalisation de soi de l'homme, comme si l'accumulation des avoirs et l'amélioration constante des conditions de vie dessinaient le segment de la création de soi. L'esprit est principe d'altérité qui rappelle à l'homme qu'il doit constamment s'affronter à cet autre, qui est dynamique spirituelle du dépassement qui l'arrache à son animalité d'origine. Aristote appelle en ce sens la vitalité humaine un *logikon*, un être de logos, animé par l'esprit ou par la raison précisera Kant, en parlant, à propos de l'homme, de *Vernunftwesen*.

Nous sommes ici au cœur de l'anthropologie, d'une pratique humaniste de liberté et d'autonomie. Cette pédagogie d'homme que veut être l'anthropologie doit configurer les modes d'existence humaine mais aussi la finalité du parcours. En ce sens, l'anthropologie doit récupérer la dimension et l'exigence de sagesse que développait la philosophie grecque entre autres. Non pas pour reproduire son modèle, mais pour rappeler l'exigence de sens qu'appelle toute existentialité humaine et que doit honorer l'anthropologue. De ce point de vue, l'anthropologie en tant que modalité de l'existence ne se réduit pas à suivre et à satisfaire la pulsion vitale. Elle est œuvre d'homme, c'est dire qu'elle doit donner signification au donné de base qu'est la vitalité. Si l'élan vital est l'indispensable anthropologique, il ne lui suffit pas. La mécanique pulsionnelle est intégrée dans une configuration plus large qui l'assume en lui donnant sens d'intelligence.

L'esprit incarne cette exigence d'intelligence au-delà de la satisfaction du ici et maintenant, en s'interrogeant sur le possible d'un avenir. Car le devenir est constant dépassement, appel à un toujours autrement qui n'est pas seulement un toujours plus mais davantage un toujours mieux. L'exigence spirituelle que nous plaçons au cœur de l'anthropologie rectifie le *Willen zur Macht* (volonté de puissance) de Nietzsche qui n'est que recueil de la pulsion vitale en termes de force et de domination. Nous lui

ajoutons une qualification qui propulse la dynamique vitale d'une mécanique d'affects et de satisfaction vers une exigence d'excellence. L'anthropologie épouse cette dynamique de l'esprit qui articule dépassement de soi et graduation de valeurs. Elle élargit singulièrement l'horizon de l'homme. L'instance de cet élan humaniste est l'esprit, donné à l'homme mais dont il ne sait d'où il vient, sauf à entamer un récit religieux à partir du divin compris comme logos.

HOMINESCENCE ET COMMUNICATION

par

Bernard BRISOU de l'Académie du Var

Perdue dans l'immensité de l'Univers, notre petite planète bleue enfantait, il y a plus de trois milliards d'années et bien discrètement, un nouveau monde aux étranges propriétés. Les êtres vivants, jaillissant de la matière minérale, avaient devant eux un fabuleux destin les menant des monocellulaires du milieu aqueux à la *Noosphère* terrestre, selon le néologisme de Pierre Teilhard de Chardin. Dès le Commencement, l'Esprit planait à la surface des eaux.

Le cœur de cette nouveauté se nichait, et niche toujours, en des molécules capables de se répliquer : les acides nucléiques, le principal étant l'acide désoxyribonucléique (ADN) dont le moyen d'expression tient en quatre lettres seulement. Cette longue molécule torsadée, faite d'entités appelées gênes, constitue la mémoire et le cerveau moteur de l'être vivant. Grâce à un environnement spécialisé lui fournissant d'une part une machinerie, à laquelle participent des enzymes (protéines) et des acides ribonucléiques (ARN) et, d'autre part, les matériaux nécessaires à la nouvelle construction, cet ADN se reproduit à l'identique, ou presque. Ou presque, car ce processus comporte des risques d'erreur de retranscription, le produit final étant légèrement, et parfois assez nettement, différent de la molécule mère. Le vivant se contrôle, se répare mais aussi se transforme par mutations. Le « hasard et la nécessité » jouent leur partition en contre-point.

Dès l'aurore, un autre phénomène joua un rôle essentiel : la communication entre les cellules. Archaïques et pourvus d'un ADN nu, plongé dans un cytoplasme protégé par une double membrane protectrice, les Procaryotes fusionnaient : premier saut vers le haut. Archéobactérie et eubactérie « s'entendent » pour constituer une seule cellule, un symbiote. L'ADN de l'une se dote de sa propre double membrane, constituant ainsi un noyau cellulaire complet. L'autre cellule devient un modeste mais indispensable organite blotti au sein du cytoplasme de la première : la mitochondrie possède son propre ADN limité lui aussi par une double enceinte. De cet Eucaryote naîtront, au-delà des bactéries, tous les autres êtres vivants.

S'ajoutant aux mutations et aux communications par signaux chimiques, les échanges de matériel génétique (on a pu parler de la sexualité des bactéries) amplifièrent la transformation de ces êtres primitifs en des êtres nouveaux et différents. S'amorcèrent puis se développèrent des rameaux faits d'espèces, de genres, de familles et d'embranchements, (phyla)… Divergeant les uns des autres, ils dessinèrent ainsi, au fil des millénaires, un immense buisson évolutif.

Très tôt, deux Règnes firent bande-à-part tout en restant étroitement dépendants l'un de l'autre : le Règne animal et le Règne végétal. Les végétaux « inventèrent » la chlorophylle, une molécule vite devenue indispensable à la vie respiratoire en four-

nissant à l'atmosphère planétaire l'oxygène. Cette chlorophylle tient dans sa pince tétrapyrolique un atome de magnésium et assure la photosynthèse des sucres. Réussite majeure des phénomènes vitaux, ce type de molécule fera des émules parmi les transporteurs d'oxygène. L'hémocyanine du sang des mollusques et des crustacés, a pour métal un atome de cuivre. L'hémoglobine des mammifères, quant à elle, s'est dotée d'une molécule de fer.

Les millions d'années passant, d'isolées les cellules se firent solidaires, s'assemblèrent en colonies pluricellulaires et communiquèrent en d'infinis palabres. De mieux en mieux organisées, ces colonies spécialisèrent leurs cellules, les groupant en organes mis au service d'un bien commun : un corps était constitué. Par essais et tâtonnements incessants, le Vivant semblait suivre une direction générale, celle de la *complexification*. Propriété majeure des êtres vivants, de leurs acides nucléiques en particulier, un élan continu vers des « *progrès* » était à l'œuvre.

Dès l'émergence des continents de l'océan primordial, les animaux marins partirent à la conquête du milieu terrestre, s'adaptant aux nouvelles conditions environnementales. Comme l'a si bien compris Georges Darwin, la réussite sourit aux plus aptes. Chaque niche écologique fut explorée puis habitée par les plus inventifs. Ceux-ci se dotèrent qui de tentacules, qui de coquilles ou d'exosquelettes dotés de pinces. Leur succédèrent les vertébrés dont un phylum se vit pousser des ailes : les airs étaient ainsi colonisés. Les mammifères vinrent en dernier dont les modes de reproduction et de gestation continuèrent à jouer des partitions plus sophistiquées que les précédentes, entourant le petit à naître d'une protection renforcée et prolongée. Or, depuis longtemps déjà, un organe à l'avenir luminescent avait fait son apparition : le système nerveux.

Le moteur essentiel permettant ces progrès, l'aimant tirant le processus évolutif vers l'avant et vers le haut, est toujours et maintenant la quête de liberté : à tout prix. Cette marche forcée paie en effet une obole exorbitante. La mort de l'individu assure l'éclosion des nouveaux venus, la Vie avance sur un monceau de cadavres. Cette conquête de l'autonomie commença par la patiente recherche d'une moindre dépendance vis-à-vis du milieu extérieur. Du simple cytoplasme du monocellulaire, nous passâmes, chez les pluricellulaires, à un « milieu intérieur ». Au fil d'une évolution complexifiante, se mirent en place des systèmes de circulation et de communications intercellulaires : sang, lymphe, hormones… donnant ainsi naissance à un langage interne à usage personnel. Dans le même temps, le système nerveux ouvrit une voie d'avenir incomparable, induisant une véritable révolution évolutive de la communication. La Nature (l'Esprit ?) le perçut comme le nouvel axe de tous les progrès possibles. Poursuivant inlassablement sa quête, le Vivant passa d'une protection externe, genre cuirasse, à un endosquelette. Axial, le système nerveux évolua des ganglions cérébraux de l'insecte à l'encéphale du mammifère. Le rameau des Hominidés vint couronner la canopée évolutive.

Dans la fournaise est-africaine, un nouveau saut qualitatif était en gestation dont le fruit ultime fut *Homo sapiens*. Le corps se redressa, la toison s'éclaircit, la taille augmenta et la marche devint parfaitement bipède. Les bras et les mains furent libérés, le trou occipital glissa d'arrière en avant, venant se placer sous la base du crâne. La pression des lobes frontaux d'un néocortex aux circonvolutions multipliées, fit augmenter son volume, modifiant sensiblement l'aspect facial : nous avons un visage. La gestation interne modèle un petit être qui, à la naissance, n'a aucune autonomie. Plu-

sieurs années lui sont nécessaires pour se parfaire et devenir adulte. Soumis à des stimuli extérieurs et multiples, son système nerveux central demande un temps prolongé pour mettre en place et adapter ses circuits neuronaux.

Du singe nous étions passés à l'Homme. Tout changea. Jusqu'alors, le corps même des animaux se forgeait les outils nécessaires à leur survie et à leur reproduction. En quelque sorte « dédifférencié », au soma figé dans sa forme actuelle, l'Homme conserve un potentiel adaptatif considérable d'action sur le monde qui l'entoure et le nourrit. « J'appelle *exodarwinisme* ce mouvement original des organes vers les objets qui externalisent les moyens d'adaptation. » Ainsi, sortis de l'évolution dès les premiers outils, nous entrâmes dans un temps nouveau, « exodarwinien », comme l'écrit Michel Serres. Prenant peu à peu possession de la Terre par lentes migrations, l'Homme prétend en devenir le maître, pour le meilleur et pour le pire. Foyer d'incandescence, l'esprit habite le cerveau et invente un progrès à sa mesure.

Jusqu'à une époque récente, les outils étaient restés éminemment utiles et spécifiques, comme ceux forgés par la Nature. Une bêche nous sert à retourner la terre, une cruche à transporter de l'eau, une poêle à faire cuire nos aliments. Son ingéniosité a conduit l'Homme à perfectionner aussi ses moyens de communication. Des roucoulades sublimes du rossignol au chant des baleines, nous sommes passés aux sons articulés. Le langage se complexifie et se diversifie en de multiples langues, permettant l'expression, parfois poétique et musicale, des nécessités, des intentions et des sentiments. Les abeilles, les fourmis et les termites avaient réussi à former des colonies socialisées, mais ces sociétés ne groupent qu'une famille. L'Homme, au Néolithique, se sédentarise, cultive, domestique, bâtit des villes et des empires. Grand communiquant, il multiplie et perfectionne ses moyens de transport : routes, chars, trains, voitures, avions, sémaphores, télégraphes, téléphones… Ainsi, des réseaux relationnels de plus en plus denses se tissent autour de la terre. Non seulement l'Homme multiplie ses outils externes, mais encore il enterre ses morts, peint des grottes, part en pèlerinage, rythme sa vie de rituels complexes et parfois mortifères. L'utilitaire régresse pour lui au second plan lorsqu'il passe de la *vita activa* à la *vita comtemplativa* d'Hanna Arendt. Les multiples civilisations et cultures, hautes expressions des collectivités humaines, naissent et meurent. Dépassant l'ambition des abeilles, elles enveloppent l'ensemble de notre espèce. Mais, de siècle en siècle l'esprit, toujours plus inventif, est-il encore en progrès ?

La question se pose car la médaille a son revers. « Le progrès et la catastrophe sont l'avers et le revers d'une même médaille », selon le mot de Hanna Arendt. L'outil rendant le travail moins pénible et plus efficace peut, par une utilisation perverse de l'inventeur lui-même, se retourner contre ses congénères. La hache du bûcheron devient hache de guerre ; les explosifs utiles à l'exploitation d'une carrière permettent aussi de perpétrer des attentats meurtriers ; le combustible nucléaire fournit de l'électricité dans une centrale tout autant que le cœur d'une machine à tuer en masse des populations. « De naturés, je veux dire plongés passifs dans une nature qui signifie l'ensemble de ce qui naît ou va naître sans nous, nous devenons naturants, architectes et ouvriers de cette nature… Par la double maîtrise de l'ADN et de la bombe, nous voilà responsables activement de notre naissance et de notre mort. » Et Michel Serres de poursuivre : « A comparer avec nos anciens pouvoirs, ceux que nous venons d'acquérir changèrent rapidement d'échelle : nous passâmes récemment du local au global, sans

aucune maîtrise conceptuelle ni pratique de ce dernier. » Pour le philosophe, nous sommes entrés en *Hominescence*.

Les nœuds actifs de la Noosphère se densifient si bien que nous sommes entrés dans l'ère de la mondialisation des relations et donc de nouveaux problèmes existentiels. Deux domaines sont particulièrement démonstratifs à cet égard : les communications par langage binaire et le génie génétique. Un monde s'offre à nous, sans équivalent antérieur ; sous l'accélération du mouvement il affole notre boussole.

L'invention du transistor en 1948 et celle des microprocesseurs (transistors élémentaires interconnectés) en 1971, donnèrent naissance à un outil devenu aujourd'hui universellement indispensable : l'informatique est reine. L'ordinateur est un étrange outil qui n'a pas le rôle précis qu'ont un ballon ou une scie. Par son langage « oui-non », il s'adapte à mille utilisations et utilisateurs : doté d'une mémoire, il stocke des quantités presque infinies de documents écrits, d'images et de films. Grâce à de multiples logiciels, il permet de procéder à un traitement de texte, de faire du calcul intégral, de réaliser des diaporamas ou de la correction d'images… Embarqué sur un vaisseau spatial, il permet d'aller marcher sur la lune ; dans le même temps, un missile à tête nucléaire peut jaillir des entrailles de la mer et frapper à des milliers de kilomètres sa cible avec une précision diabolique. Mis en réseaux, des millions d'ordinateurs envoient des messages non seulement sur la Terre entière mais aussi vers les étoiles, espérant que l'auditeur intelligent d'une planète similaire à la nôtre le recevra dans quelques millions d'années lumière ! Les réseaux sociaux se multiplient et, aujourd'hui, un milliard de personnes se connectent sur Facebook : leur vie sentimentale risque de s'étaler au regard des autres. Le téléphone, devenu baladeur numérique de haute technologie, n'est souvent utilisé par nos contemporains que pour envoyer des messages débiles. Les mailles de cette toile communicante se densifient si bien que nous pouvons prévoir, avec Teilhard de Chardin, l'apparition progressive d'une sorte de « super-cerveau » : pour quel avenir ? Nos descendants seront-t-ils les témoins d'un nouveau saut évolutif dont l'Homme est l'apprenti sorcier ?

Par ailleurs, depuis la découverte de la double hélice de l'ADN par Watson et Crick en 1953, les génomes, grâce à des machines sophistiquées, sont décodés à toute allure : notre bien le plus précieux est traduit en « codes barres » identifiants : toujours le langage binaire ! Démontant les machineries servant à sa réplication, à ses réparations et à sa différenciation, les biologistes deviennent capables de déréprimer l'ADN d'une cellule fortement spécialisée pour obtenir ainsi une cellule « bonne à tout faire », lui indiquant à l'occasion comment parcourir le chemin inverse. Le clonage avait déjà indiqué la voie à suivre. Pour ces nouvelles prouesses, le Britannique John Gurdon et le Japonais Shinaya Yamanaka viennent de recevoir le prix Nobel 2012. Les médecins greffent un cœur, un poumon, un foie ou un rein, et réparent des coronaires. Ils cultivent des peaux à partir des cellules des patients à qui elles sont destinées : compatibilité assurée. Ils pourront bientôt utiliser les fameuses cellules souches, redifférenciées pour l'occasion, et réparer ainsi un myocarde infarci.

L'espérance de vie ne cesse de croître et confronte l'Homme à des problèmes qui le laissent perplexe. Il en va ainsi de la surpopulation d'une planète aux ressources limitées. *Soleil vert*, film de Richard Fleischer tiré du roman d'Harry Harrison et sorti en 1973, nous propose une solution qui donne le frisson. Nous sommes en 2022 à New

York. Le réchauffement climatique a fait son œuvre et les terres cultivables ont pratiquement disparu. Quelques rares nantis ont encore les moyens de se procurer des aliments naturels. Le *vulgum pecus* doit se contenter d'un aliment synthétique, soi-disant à base d'algues, présenté sous forme de palets de couleur verte, d'où leur nom de « soleil vert ». A la suite d'un meurtre, un policier « de premier ordre » est chargé de l'enquête et réussit à percer le mystère. Ces palets, produits par la multinationale « Soylent », sont en fait fabriqués à partir des cadavres d'habitants euthanasiés.

Depuis Pincus et la généralisation de sa pilule, les femmes peuvent gérer la reproduction de l'espèce. Mieux, celles qui ne peuvent procréer naturellement bénéficient aujourd'hui d'assistance efficace : fécondation *in vitro*, insémination artificielle, dons d'ovules, mères porteuses. Sauf comme fournisseurs de spermatozoïdes et d'ovules alimentant des banques, un homme et une femme n'ont plus à se rencontrer et à se « connaître » pour donner naissance à un enfant. Dans son article *Le citoyen idéal* paru dans le Figaro des 17 et 18 novembre 2012, Jean Clair s'interroge : « A ce point de non-sens, de nullité et d'ennui, une telle vie, soumise à l'eugénisme à son apparition, ne suppose-t-elle pas d'être euthanasiée à son terme ? L'énigme de la naissance est plus profonde que l'inquiétude de la mort. Le fait de naître est plus confondant que le fait de disparaître. La mort est de l'ordre de la nécessité. Mais « naître », de quel impératif ? ».

Lancée dans l'espace sidéral à une vitesse vertigineuse que nous avons bien de la peine à imaginer, la planète bleue se couvre d'un tissu connectif et réactif de plus en plus dense et de plus en plus complexe. La vie progresse depuis plus de trois milliards d'années, suivant des lois immuables. L'apparition de l'Homme a changé la face de la terre. Son corps n'a plus besoin d'évoluer puisque son esprit se charge de l'évolution du monde. Les progrès sont évidents : la vie est aujourd'hui plus facile qu'il y a un siècle, plus sûre, plus agréable, au moins pour certains humains. Les Etats se dotent d'instances communes destinées à réguler nos communications aussi brutales puissent-t-elles être. L'ONU et ses casques bleus, l'OMS et ses campagnes de vaccinations, l'UNESCO et la Culture, le Tribunal international de La Haye et les crimes contre l'Humanité… Les Droits de l'Homme, Amnesty… s'efforcent de convaincre les dirigeants de tous bords que les régimes démocratiques présentent moins d'inconvénients que les autres. Au milieu du tohu-bohu des conflits et des révolutions, l'IPAD permet, malgré la censure, de dénoncer les crimes à la face du monde. L'Homme a pris conscience des limites de son vaisseau spatial. Gérer le bien commun suppose tenir compte de son prochain mais aussi reconnaître la valeur de tout être vivant et préserver la biodiversité de sa planète. S'il sait bénéficier du souffle de l'Esprit, son esprit est capable de suivre, à grand peine, la voie du progrès.

Reste toujours un « mais » lancinant.

Le « face obscure de la Force » combat pied à pied les côtés lumineux de l'Évolution. Dans cette aventure titanesque, nous cherchons inlassablement un Jedi (*La Guerre des étoiles*, 1977) capable de nous guider. Au Tout Puissant qui lui demandait « Où est ton frère ? », Caïn répondit « Je ne sais pas. Suis-je le gardien de mon frère ? » (*Genèse* 4, 9). Assurément, nous sommes tous frères. Nous descendons tous de parents sortis d'Afrique. Nous sommes de perpétuels migrants en quête d'un mieux être ensemble, qui espèrent un avenir lumineux. Continuons notre route, avec en tête ce terrible mot d'Albert Einstein : « Le mot progrès n'aura aucun sens tant qu'il y aura des enfants malheureux ».

ÉVOLUTION DU CERVEAU ET PROGRÈS

par

Robert GAILLARD de l'Académie de Villefranche et du Beaujolais

Tout le monde sait que l'esprit se forme dans notre système nerveux, essentiellement dans notre cerveau. L'histoire de l'évolution du cerveau va donc retracer l'évolution de l'esprit. Elle peut être écrite en cinq phases :

I - Les prémices du cerveau

Il y a 3,8 milliards d'années, les premiers êtres vivants comme les Bactéries, les Virus et les Archées n'ont aucun système nerveux et fonctionnent suivant le principe de l'homéostasie : l'homéostasie peut être définie comme le maintien constant, dans une fourchette étroite, des caractéristiques et des valeurs environnementales permettant un bon fonctionnement de l'être vivant. Pour un organisme, le grand physiologiste Claude Bernard appelait cette notion : la constance du milieu intérieur, et Charles Darwin avait déjà remarqué que seuls subsistaient les individus les mieux adaptés au milieu environnemental dans lequel ils vivaient.

Puis sont apparues les cellules à noyau, ayant un centre informatique sous la forme des chromosomes. Ceux-ci contiennent la fameuse molécule d'ADN. Chez les êtres simples tels que par exemple la bactérie de la mycoplasmose de la Chèvre, l'ADN ne contient que 1 million de nucléotides, et elle a pu être décryptée et modifiée relativement facilement par l'américain John Craig Venter ; il a réussi à la reconstruire en y ajoutant son adresse internet et des citations philosophiques codées, et cette cellule, nouvellement créée, vit et se reproduit normalement (alors que celle de l'Homme n'en contient pas moins de 3,5 milliards et il a fallu dix ans pour la décrypter complètement).

Certaines cellules se spécialisent dans le stockage et la transmission des in formations : ce sont les neurones. Un neurone possède de nombreux « fils d'entrée » : ce sont les dendrites, et un « fil de sortie » : l'axone, qui peut être : court et non isolé et ne se connecter qu'aux neurones de proximité, ou bien : long et isolé par une sorte de graisse (la myéline), pouvant donc être relié à d'autres neurones situés dans d'autres portions du cerveau et ainsi relier les différents compartiments du cerveau entre eux. Cela est très important pour l'évolution puisque ces neurones ont permis un progrès considérable dans l'acquisition de conscience chez les êtres vivants supérieurs, en particulier chez l'homme par la régression de l'esprit bicaméral (que nous verrons plus loin).

On dénombre actuellement chez l'Homme environ 200 types de neurones à rôles différents ; certains, découverts relativement récemment, ont été appelés : neurones miroirs. Pourquoi miroirs ? Quelques exemples seront plus parlants pour expliquer leur fonctionnement : il vous est peut-être arrivé de voir une personne être très intéressée par les paroles que vous prononcez, former silencieusement sur ses propres lèvres ces paroles (on dit dans ce cas que cette personne boit littéralement vos mots) , ou bien cette mère de famille nourrissant son enfant à l'aide d'une petite cuillère, mimer inconsciemment sur sa bouche les mouvements que l'enfant devrait faire pour avaler cette nourriture située dans cette cuillère. On peut comprendre alors que ces neurones miroirs ont eu un rôle capital dans l'apprentissage, l'empathie, la persuasion, la vie sociale... Ces neurones font comme s'ils forçaient ceux d'un autre cerveau à faire ou penser la même chose que vous. Ils ont eu un rôle capital dans le progrès du cerveau, car ils permettent de rentrer littéralement dans la pensée de l'autre par l'intermédiaire des photons (c'est à dire la lumière émanant de l'autre cerveau et sa réception par l'œil).

Chez les êtres simples, le nombre de neurones est très limité : par exemple chez un ver simple, un nématode voisin de notre ascaris, le cerveau ne possède que 302 neurones situés dans une petite chaîne de ganglions ; chez les reptiles quelques millions ; chez les Oiseaux et chez les Mammifères, quelques milliards ; chez l'Homme environ 100 milliards dont le nombre de leurs connections s'établit à 10 puissance 15 (c'est-à-dire un million de milliards).Tous ces chiffres parlent d'eux mêmes.

Enfin, depuis quelques années, les neurologues ont pris conscience qu'en dehors du cerveau cérébral, les 200 millions de neurones situés sous forme de deux manchons superposés tout au long de l'intestin constituaient un véritable cerveau, relié au cerveau cérébral par le nerf vague. Ils appellent maintenant ces neurones : notre 2ème cerveau. L'importance de ce dialogue permanent a été sous-estimée depuis longtemps ; il permet en particulier à l'empathie de s'installer au cours d'un bon repas pour conclure une affaire, ou de l'apéritif en buvant le verre de l'amitié pour nouer de bonnes relations avec l'autre et permettre l'échange. Dans un couple, il est crucial que de bons petits plats soient servis à son ou à sa partenaire pour maintenir une bonne entente !

II - Comment peut être comprise simplement la notion de conscience

Le cerveau a le gros inconvénient d'être tout d'abord très fragile, et ensuite d'être enfermé dans une boîte osseuse qui rend son exploration extrêmement difficile et ce n'est que depuis quelques années que les médecins et les physiologistes ont à leur disposition des appareils d'imagerie leur permettant de commencer à déchiffrer son fonctionnement à travers le crâne. On sait actuellement qu'il ne fonctionne pas exactement comme un ordinateur : l'ordinateur se sert d'informations binaires fixes (les bits informatiques), alors que le cerveau se sert des informations situées dans des zones cartographiées qui réagissent entre elles. De plus ces informations ne sont pas fixes, mais capables de s'harmoniser entre elles suivant les besoins profitables ou non. Elles sont donc plastiques et évolutives.

Le neurophysiologiste américain Antonio Damasio explique de façon très claire comment peut naître une conscience chez un individu. En effet, le cerveau est constitué de deux parties distinctes : une partie très ancienne dans l'évolution « le cerveau reptilien » ou « cerveau émotionnel » : grâce aux récepteurs périphériques (yeux, nez, oreilles, pression et température de la peau, etc.) , c'est lui qui ressent tout ce qui se passe autour de lui : les sons, les couleurs, le goût, les odeurs, la température , et également dans son propre organisme comme la soif, la faim, le besoin de se reproduire, le besoin d'oxygène, l'état de réplétion de l'estomac, fatigue musculaire, etc. Pour rester dans un état d'homéostasie, il trie et classe toutes ces informations en celles qui lui sont utiles pour rester dans cet état d'homéostasie, et celles qui ne sont pas bonnes ou dangereuses pour sa survie. Généralement sa réaction est stéréotypée et extrêmement rapide (quelques fractions de secondes) ; elle sera celle de la fuite irraisonnée ou une réaction immédiate. C'est ce qu'on nomme : l'instinct.

Les animaux et nous-mêmes avons tous cette partie instinctive qui nous permet de survivre, avec quelques nuances qu'on doit apporter en fonction du niveau intellectuel (j'ai développé cette notion dans ma conférence de mars 2011 et il serait trop long de la développer ici). Certains individus humains ne dépassent guère ce stade : par exemple, vous avez certainement lu dans les journaux cette attitude incompréhensible des jeunes qui se bagarrent pour « un simple regard qui ne plaît pas » : il s'agit là d'une réaction immédiate et animale où un regard soutenu constitue une agressivité dans le monde animal ; le jeune a eu une réaction instinctive de survie non contrôlée par sa conscience (qui lui aurait certainement dit de ne pas répondre à cette agressivité qui pourrait entraîner des conséquences fâcheuses et inutiles) .

La deuxième partie est la partie moderne dans l'évolution : ce sont les deux hémisphères cérébraux qui viennent coiffer cette partie émotionnelle : on l'appelle le cerveau rationnel.

Grâce aux nombreuses cartes d'images enregistrées, cette partie du cerveau met plus de temps pour analyser l'émotion produite dans le cerveau émotionnel, l'évaluer, et la réguler pour produire une pensée consciente. Il est en interaction permanente avec le cerveau émotionnel. Chaque fois que se produit cette interaction, des cartes sont enregistrées dans des régions spécifiques et vont constituer ce qu'on nomme la conscience autobiographique, vaste banque de données résultant de notre expérience, et de notre vécu depuis notre âge embryonnaire. En effet, pour Philippe Lazar (« Court traité de l'âme »), ces informations commencent à être perçues par l'embryon pendant la gestation, car la vie résulte d'un échange permanent entre un individu et le milieu dans lequel il baigne. Un être vivant, formé en dehors de l'amour réciproque des deux parents et de leur désir d'avoir un enfant (et donc, lorsque ne sont plus réunies les meilleures conditions d'échanges entre deux individus), a beaucoup de chances d'avoir une conscience diminuée et de présenter des troubles importants du comportement par la suite. (voir l'erreur fondamentale du gouvernement de proposer le mariage pour tous et l'adoption des enfants).

III - Les avantages apportés par la conscience dans l'évolution

Tout cela va clarifier énormément toutes les notions de conscience diversement interprétées depuis longtemps par les philosophes et les théologiens. Des spécialistes en psychologie proposent même une méthode en cinq points pour développer l'intelligence en suivant ce principe : « plus je ressens, plus je pense » et « plus je pense, plus je ressens ». Les responsables de l'enseignement sclérosé français feraient bien de suivre cette méthode s'ils désirent faire évoluer et développer la capacité de leurs élèves à progresser.

La conscience a grandement contribué à la survie des espèces en apportant des avantages pour la gestion de la vie. En effet :

Elle optimise les réponses données aux conditions environnementales grâce à la mémoire, au raisonnement et au langage ;

Elle permet de diminuer les réponses automatiques ;

Elle permet d'envisager l'avenir ;

Elle permet la planification : par exemple, elle permet ainsi d'abandonner un bien présent s'il peut engendrer un mal futur ;

Elle permet donc une gestion astucieuse de l'homéostasie biologique de base pour ouvrir la voie à une homéostasie socioculturelle, c'est-à-dire la construction de sociétés où pourront s'exprimer au mieux les consciences individuelles.

Dans son excellent ouvrage *La naissance de la conscience par l'effondrement de l'esprit,* l'américain Julian Jaynes explique clairement comment est apparu le progrès de l'esprit dans le monde humain. En effet, en lisant les vieux textes d'Homère (l'*Iliade*) relatant la vie des individus environ 1.000 ans avant son époque (soit pour nous il y a 4.000 ans environ), il constate que dans leur ensemble les personnages étaient incapables de prendre eux-mêmes des décisions lorsque la situation le leur demandait (sécheresses, inondations, famines, guerres, etc.) mais par contre ils faisaient systématiquement appel aux dieux ; ces nombreux dieux leur parlaient et les personnages les entendaient réellement (on appelle cela des hallucinations auditives, qui éventuellement pouvaient être accompagnées d'hallucinations visuelles). Julian Jaynes constate que ces troubles (qui existent encore à notre époque chez de petites tribus en Océanie, ou en Mongolie, ou en Chine centrale, en Afrique, et se retrouvent exprimés dans les peintures de la grotte de Lascaux chez nous) ressemblaient étrangement à la schizophrénie, et il nomme cet esprit : « esprit bicaméral » c'est-à-dire deux chambres séparées. En effet les cerveaux droit et gauche étaient mal reliés entre eux par manque de neurones à axone long qui permettent justement, grâce à leur isolation, de les relier. Ces sociétés qui vivaient avec cet esprit bicaméral ne pouvaient pas avoir le recul nécessaire pour se rendre compte que les sociétés voisines étaient faites comme la leur, avaient les mêmes aspirations, et qu'elles pouvaient donc vivre en bonne intelligence avec elles. Elles étaient donc de ce fait en guerre permanente entre elles et les luttes tribales étaient incessantes. Le principal rôle des hommes était de

devenir des guerriers. Dans ce monde bicaméral, il n'y a pas d'ambitions personnelles, pas de rancune, pas de frustrations, pas d'intime. Dans leur ensemble les gens étaient plus paisibles et plus aimables que dans les civilisations postérieures, acceptaient des travaux durs et longs sans discuter (par exemple les tailleurs de pierres pour arriver à sortir des carrières des obélisques gigantesques sans autre outillage que de petites pierres plus dures, constructions des pyramides en Egypte, des immenses temples des Incas en Amérique du Sud, etc.)

Progressivement la conscience a commencé à émerger de plus en plus dans les populations, en même temps que les dieux répondaient de moins en moins aux personnes ayant un problème à résoudre. Pour compenser leur absence, on allait donc consulter des personnes sensées être encore en relation avec eux : ça été les oracles (certains ont été célèbres tels que l'oracle de Delphes, la Pythie et les Sibylles en Grèce antique) et les devins. Ou bien on procédait à des sacrifices pour plaire aux dieux (d'abord sur des humains qui étaient des jeunes gens à qui on arrachait le cœur pour l'offrir au dieu, ou des enfants dont on a retrouvé des corps momifiés à 4.000 m d'altitude au sommet des montagnes du Pérou, puis sur des animaux dont on examinait les entrailles).

Le célèbre ethnologue Claude Lévi-Strauss a été vivre avec des sociétés primitives de chasseurs-cueilleurs, et a constaté qu'ils vivaient au jour le jour, ne faisaient aucune culture ni ne constituaient aucune réserve pour passer les mauvaises saisons : ces gens-là attendaient l'avenir mais étaient incapables d'avoir le recul suffisant pour le prévenir.

IV - Histoire de la naissance de la conscience chez l'Homme

Alors comment peut-on résumer l'histoire de la progression du cerveau humain et de l'apparition de sa conscience ? Nous manquons d'informations de ce qui régissait les sociétés antérieures au 3ème millénaire avant Jésus Christ, mais il semble que jusqu'au 3° millénaire avant Jésus Christ, la bicaméralité était encore généralisée pour l'ensemble des populations, tout fonctionnait avec les voix des dieux, et des guerres tribales perpétuelles. Le niveau intellectuel de l'homme se copiait à peu près sur celui de nos animaux actuels (du moins pour ceux qui sont les plus évolués tels les bonobos, chimpanzés, dauphins, éléphants…,dont l'âge mental ne dépasse pas l'âge mental humain de deux ans environ)

Au deuxième millénaire avant J.-C., la conscience commence à émerger progressivement dans les populations et les voix des dieux sont de moins en moins entendues ; il y a multiplication des artifices pour rentrer en contact avec eux par les sacrifices et les drogues hallucinatoires (le peyotl au Mexique).

Au premier millénaire avant J.-C., ceux qui continuaient à entendre ces voix (oracles, chamans et autres devins) disparurent progressivement à leur tour. S'installe alors une grande inquiétude dans les populations où se manifeste le manque du divin. Jésus peut alors établir les nouvelles règles des rapports entre les individus en généralisant la notion d'amour de son prochain, rendue possible par l'apparition de la conscience chez une plus grande partie de la population.

Au premier millénaire après J.-C., subsistent encore quelques chamans, oracles et devins, et les grandes religions institutionnelles prennent pied dans les sociétés. Seule subsiste encore un peu de nostalgie des dieux perdus qui se manifeste à travers les masques, les icônes, les statues et les pèlerinages. On assiste à la prise du pouvoir par les seigneurs des différentes régions et par les grandes religions institutionnelles. L'état de cerveau bicaméral est loin d'avoir disparu partout, et les guerres entre les seigneurs d'une part, et les religions d'autre part sont encore très fréquentes.

Dans la première moitié du 2ème millénaire après J.-C., la royauté et les religions institutionnelles ont complètement pris le pouvoir sur les consciences individuelles, qui continuent malgré tout à se développer malgré la répression sévère de la religion et de la royauté avec la mise en place de l'Inquisition et la multiplications des sinistres bûchers aux XV^{e} et XVI^{e} siècles, et plus tard le massacre des protestants à la Saint-Barthélemy par exemple.

Dans la 2ème moitié du 2ème millénaire après J.-C ., ce sont les grands dictateurs qui, pour prendre le pouvoir, veulent faire disparaître les consciences individuelles dans une société collectiviste et bicamérale où ils se font prendre pour un dieu vivant. Les exemples sont encore proches de nous :

-Staline, le Petit Père du Peuple, dont la dépouille embaumée a été livrée à l'adoration du peuple, auteur de 50 millions de morts, de la construction des fameux goulags, du massacre dans les bois de Katyn des 25.000 officiers et sous-officiers de l'armée polonaise faite prisonnière, ainsi que des étudiants, des médecins et toute les personnes de l'élite polonaise, car ils étaient censés avoir un niveau intellectuel assez élevé pour avoir une conscience. Tous les opposants devaient faire leur autocritique publiquement et obligatoirement et perdre leur culture.

- Mao Tse Toung, le Grand Timonier, le dieu vivant, organise une révolution dite culturelle pour tenter de faire disparaître la conscience de son peuple qui devait également faire une autocritique publiquement avec comme résultat, des dizaines de millions de morts.

- Pol Pot au Cambodge, le Khmer rouge, a fait tuer tous ceux qui portaient des lunettes, car, dans son esprit attardé, un porteur de lunettes était un intellectuel qui pouvait donc avoir un niveau intellectuel suffisant pour avoir une conscience, avec comme résultat 3 millions de morts sur les 8 millions de Cambodgiens.

- Hitler, le Führer, esprit fruste, avait peur du niveau intellectuel souvent élevé de la société juive (le physicien Einstein, le philosophe Bergson prix Nobel… par exemple), et grâce à sa célèbre Gestapo, a organisé les sinistres camps de concentration où les juifs ont été exterminés en masse.

- Actuellement les chefs religieux islamistes fondamentalistes sont en train de prendre le pouvoir par la violence sur les consciences individuelles, en refusant la notion de conscience chez les femmes, en mutilant sauvagement ceux qui ont violé leur loi, en pendant les homosexuels. Tout contestataire est torturé à mort, et l'apostasie (c'est

à dire le fait d'abandonner la religion musulmane pour embrasser une autre religion) est punie de mort également. La liberté de penser est totalement abolie.

En bafouant les consciences individuelles, résultant elles-mêmes d'une montée du niveau intellectuel des sociétés, tous ces dictateurs et ces religieux n'ont aucune chance de participer de façon constructive à l'évolution, dont, justement, la conscience individuelle est le moteur. La meilleure valorisation de la conscience et du progrès est l'attribution du prix Nobel de la paix.

V - L'avenir du cerveau et de la pensée

Alors comment peut-on imaginer l'avenir de notre cerveau ?

À notre époque, la conscience s'est généralisée à l'ensemble des populations dans les pays dits développés, ayant réalisé des conditions de vie où l'homéostasie est dans son ensemble établie et bien respectée. Par contre, subsistent encore malheureusement des pays qui n'ont pas encore acquis un niveau intellectuel suffisant pour asseoir une démocratie solide, en passant de ce fait sous la coupe alternée de dictateurs puis de chefs religieux et vice versa. Cette situation est évidente actuellement dans les pays arabes et africains. Chez nous, cette situation était de règle aux XV^{e}, XVI^{e}, XVII^{e}, XVIII^{e} siècles, où les guerres étaient permanentes entre les différents seigneurs régionaux, et il ne faut pas oublier qu'entre 1870 et 1945 la France et l'Allemagne ont été en guerre presque permanente et que la prise de conscience de l'inutilité de cette situation a été difficile avec la lente construction de l'Europe. Cependant les démocraties restent fragiles du fait que tous les individus veulent donner leur avis sur des questions pour lesquelles ils n'ont souvent aucune compétence, influencés par des syndicats qui parlent surtout dans leur propre intérêt.

Une certaine nostalgie du divin est restée ancrée au plus profond de nos esprits et subsistent encore quelques marabouts, sorciers, guérisseurs, cartomanciennes, voyants ; la liturgie elle-même s'est relâchée et les religions personnelles ont tendance à se développer au détriment des religions institutionnelles. Pour compenser ce besoin de divin, certains vont se réfugier dans les psychotropes, l'alcool, les pseudosciences (secte de la scientologie), les mythes (ovnis, petits hommes verts), la drogue, le mythe de la société de consommation qui devrait remplacer le besoin du divin par l'abondance des biens matériels, l'électronique avec ses jeux débiles pour occuper l'esprit et ne plus penser, une publicité qui ne cesse de nous vanter les médiums, les devins, les psychologues et parapsychologues, les astrologues, la superstition du bonheur par des gains formidables aux différents jeux du hasard, les grandes manifestations de soi-disant apéritifs qui se transforment en saoulerie généralisée, de *rave parties* qui se transforment en hallucinations collectives grâce à l'absorption de drogues, etc. Pour compenser ce besoin du divin, la liste est souvent longue et désastreuse.

L'avenir du cerveau est-il dans un accroissement de son volume, et donc du nombre des neurones qui le constituent ? Il semble que non, et bien au contraire, plutôt dans une diminution de son volume : les cerveaux des hommes de Neandertal étaient plus gros que ceux des hommes de Cro-Magnon et pourtant, vivant à la même époque, ils

ont disparu au profit des hommes de Cro-Magnon qui sont devenu nos ancêtres. Plus près de nous, Albert Einstein avait opté avant son décès pour l'incinération. Mais un petit malin, Thomas Harvey médecin pathologiste, avait eu le temps de prélever son cerveau avant cette incinération et l'avait soigneusement conservé pour essayer de comprendre pourquoi cet homme avait pu imaginer ses théories géniales et avant-gardistes. Il n'avait malheureusement rien remarqué de spécial et de visible, si ce n'est un poids relativement faible. Mais avec les moyens techniques actuels, une analyse plus fine a révélé que des circonvolutions supplémentaires existaient bel et bien dans la zone concernant essentiellement le raisonnement mathématique. Cela confirme donc bien que l'avenir du cerveau n'est pas dans un accroissement du nombre de neurones, mais plutôt dans un agencement différent, des circonvolutions plus nombreuses et par conséquent dans une spécialisation plus importante. Et de qualifier quelqu'un de « petite tête » n'est plus une injure, au contraire !

Depuis quelques années avec le développement fulgurant de l'informatique, un projet international a décidé de numériser le cerveau ; ce projet, doté d'un budget très important de l'ordre du milliard d'euros, est dans la phase du démarrage en Suisse, près de Lausanne. Il s'appelle « Neuropolis ». Il regroupe les meilleurs éléments actuels de l'informatique, de la génétique, de la biologie, de la neurophysiologie, de la physique, etc., et a comme objectif, non pas de construire un cerveau artificiel, mais de mieux connaître les différentes connections des milliards de neurones le constituant, et d'expliquer toutes les anomalies de son fonctionnement. A ce sujet, on peut rappeler que le cerveau a environ 100 milliards de neurones, et que chaque neurone a entre mille et dix mille connexions. Le nombre de connexions étant de l'ordre du million de milliards, il nécessitera un très puissant ordinateur pour le faire fonctionner (il existe déjà actuellement). Sans nul doute possible, les décennies suivantes seront celle des découvertes du cerveau et de son fonctionnement. (Par exemple, on pense actuellement que l'autisme dont on ne comprenait pas du tout la cause jusqu'à maintenant, serait dû à l'absence de neurones miroirs chez l'individu).

Comme la pensée naît, sans contestation possible, dans le cerveau, et que ce dernier se complexifie du fait de l'augmentation de ses connexions (voir *Le phénomène humain* de Pierre Teilhard de Chardin), on peut, sans se tromper, imaginer que la pensée et le mode de vie des sociétés évolueront de concert. Mais cette évolution est lente et fragile, et n'est pas obligatoirement visible au cours de quelques siècles seulement. Rappelons que la vie a commencé il y a environ 3,8 milliards d'années ! Les psychiatres et psychologues ne manqueront certainement pas de travail, car comme tout le monde le sait, plus un système est compliqué, plus il peut se détraquer !

LES OUTILS DE PROGRÈS

TRADITION, ÉVOLUTION ET RÉVOLUTION À LA LUMIÈRE DE L'HISTOIRE DE LA MÉDECINE

par

Thierry LAVABRE-BERTRAND de l'Académie de Montpellier

Art ou science, le statut de la médecine reste toujours aussi discuté. L'évolution des idées médicales au cours des temps est un chapitre essentiel de la connaissance en général, tant quasiment toutes les disciplines ont influé sur elle, et tant elle-même a pu infléchir les progrès de maints savoirs. Une vue superficielle et répandue tend à opposer une médecine « scolastique » perdue dans les doctrines, l'attachement stérile à une tradition devenue routine et le vague des supputations philosophiques jusqu'au début du XIX[e] siècle au moins et la médecine conquérante de nos jours, dégagée des dogmes et ne s'évaluant plus qu'à l'aune de résultats de plus en plus extraordinaires. Mais est-on bien sûr que derrière cette efficacité indiscutable, et qui pose d'ailleurs des questions éthiques redoutables, ne se dissimule aucune philosophie ? Et n'y a-t-il pas malgré tout, au sein de la médecine d'aujourd'hui, une tradition toujours à l'œuvre ?

Répondre à ces interrogations n'a pas qu'un intérêt pour la médecine. Étant pièce maîtresse d'une *Science de l'Homme*, déterminer les places respectives des concepts de tradition, d'évolution, de révolution dans son histoire ne peut manquer de faire avancer la réflexion en bien d'autres domaines. Brosser à grands traits la construction progressive du savoir médical, tenter d'en expliquer la dynamique, oser enfin une transposition rapide aux autres sciences et à la société, c'est le parcours certes ambitieux mais nous semble-t-il original qui sera proposé ici.

I - Une brève histoire de la construction du savoir médical

Si l'on se restreint à l'histoire de la médecine occidentale[1] (et on saurait dans le présent cadre s'aventurer au-delà), les études paléopathologiques des restes préhistoriques montrent l'intrication d'un raisonnement faisant d'emblée appel à l'ordre naturel et surnaturel. Tout n'était pas que magie, mais aussi technique : que des crânes aient pu être trépanés pour des motifs loin de ceux d'aujourd'hui, certes, mais l'intervention paraît témoigner d'un niveau d'habileté suffisant pour avoir permis une survie prolongée du malade. Médecine mésopotamienne et égyptienne conjuguent gestes pratiques, connaissances de la pharmacopée, organisation de la profession médicale, et raisonnement tout imbibé de symbolisme mythologique. Mais c'est dans le monde grec que

---

[1] Pour une étude générale de l'évolution des idées en médecine, voir notamment MD GRMEK (éd) *Histoire de la pensée médicale en Occident*, Paris, 3 vol. 1995-1999.

va se produire la première grande rupture : l'œuvre d'Hippocrate. Celle-ci met un terme à une médecine des temples, certes basée sur des pratiques médicales sensées (thermalisme, régime, exercices) mais pratiquées par une caste sacerdotale tirant son autorité de la seule tradition et de la filiation à Asclépios qu'elle s'était forgée. La révolution hippocratique va justement consister avant tout à l'ouverture de la caste : ce n'est plus en tant qu'asclépiade que le médecin a autorité ; c'est en tant que témoin d'une science objective, ouverte et accessible à tous. Au rapport de filiation fait place le rapport de maître à élève. Ce nouveau regard survient à un moment précis : celui où les philosophes présocratiques commencent aussi à interroger le monde. Les explications qu'ils proposent sont utilisées par Hippocrate pour édifier un discours médical rationnel, ainsi de la théorie des quatre humeurs, reprise d'Empédocle. De cette rupture du regard médical naît ainsi une tradition qui ne sera plus remise en cause jusqu'au XIX^{e} siècle au moins : règles déontologiques, primat de l'observation, nécessité d'un discours logique élaboré à partir de matériaux divers servant d'appui à la compréhension et à l'action tout en gardant à l'esprit le caractère provisoire et semi-empirique du savoir ainsi élaboré.

Il y aurait beaucoup à dire sur la médecine alexandrine et différents auteurs romains. Galien va bâtir une œuvre immense, dont le prestige couvrira les nombreuses erreurs jusqu'à la Renaissance. La médecine arabe jouera un rôle essentiel de transmission du savoir antique, qu'elle enrichira de données capitales. Le Moyen Âge occidental captera avec avidité les produits de cette culture. Il verra aussi éclore, comme l'a bien montré Pierre Duhem (1861-1916) dans le domaine des sciences physiques, une réflexion autonome qui amorce l'éclosion de la Renaissance[2].

Celle-ci va être la concrétisation d'une claire rupture, mais dans une certaine continuité. Elle repose sur deux axes : le retour à la tradition, mais la tradition pure, débarrassée des strates successives des traductions superposées ; l'abord direct et descriptif des sciences de la nature, anatomie bien sûr, avec notamment Vésale (1514-1564), mais aussi zoologie et botanique. Les conditions matérielles qui conditionnent ce foisonnement sont surtout culturelles : les lettrés de Byzance se réfugient en Occident et y amènent leurs manuscrits tout en enseignant le grec, il n'est donc plus besoin de passer par les Écoles de traduction de Tolède ou du Mont-Cassin ; le regard posé sur le monde est nouveau, c'est après les convulsions de la fin du Moyen Âge, pestes, guerres et schismes un appétit de vivre et de tout connaître. Si l'on commence à contredire Galien, les intuitions de base de la médecine hippocratique ne sont pas remises en cause. Un simple exemple en témoigne : devant l'apparition de la syphilis, Fracastor (1483-1553) peut bien rédiger son traité *De contagione et contagiosis morbis* où il suppute l'existence de *seminaria* qui préfigurent nos microbes, son œuvre reste purement théorique et sans impact concret.

Le XVII^{e} siècle voit survenir ce que l'on a appelé la « première révolution biologique »[3]. Un degré de plus est passé. Il s'agit certes encore de descriptions, souvent faites d'ailleurs grâce à des outils nouveaux fournis par le progrès technique, premiers microscopes, bascules ou thermomètres, mais un raisonnement critique est aussi à l'œuvre : c'est ainsi que Harvey (1578-1657) prouvera pour l'essentiel la grande circulation sur des considérations de débit sanguin.

---

[2] Voir P. DUHEM *Le Système du Monde. Histoire des Doctrines cosmologiques de Platon à Copernic,* Paris, 10 vol., (1913-1959).

[3] MD GRMEK, *La première révolution biologique*, Paris, 1990.

Le XVII[e] siècle est aussi et surtout l'ère de la fondation solide des sciences exactes, entrevue dès le Moyen Âge : Galilée et Newton règnent, physique et mathématiques changent de face. Se pose naturellement la question du statut de la médecine face à ces progrès majeurs : trois réponses vont être apportées de façon grossièrement successive. La tentation réductionniste, d'abord, qu'avait préfigurée la physiologie cartésienne. L'organisme y est conçu comme une simple montre, créée de l'extérieur par un Dieu horloger. Tout y est explicable et réductible aux lois de la mécanique. L'âme reste à part, du moins chez l'Homme, acrobatiquement articulée au corps *via* la glande pinéale. Boerhaave (1668-1738) et bien d'autres iront dans le même sens jusqu'à l'homme-machine de La Mettrie (1709-1751). De façon symétrique et exactement contraire, une approche spiritualiste se précise : Van Helmont (1577-1644), par exemple, imagine l'organisme comme fédération d'« archées », entités métaphysiques assez confuses. Plus rigoureusement, Stahl (1660-1734), médecin de Halle, en réponse à la réduction de la physiologie à la physique et à la chimie est le chantre de l'animisme qui affirme que l'âme est la cause directe des phénomènes vivants.

Entre ces deux écoles, le vitalisme s'impose à partir des années 1750[4]. Il naît au contact du mouvement encyclopédiste, d'abord sous la plume de Bordeu (1722-1776), puis sous celle de Paul-Joseph Barthez (1734-1806) qui en donnent deux versions bien différentes. Pour Bordeu, l'être est vivant parce qu'il est sensible. Cette sensibilité est une propriété qui explique la vie et qui n'est pas réductible aux lois physiques et chimiques. Pour Barthez, l'être est sensible parce qu'il est vivant : la sensibilité n'est qu'une des propriétés vitales, qui toutes procèdent d'un *Principe vital*, inconnu dans sa nature mais non dans ses effets, et qui est donc à l'instar de la gravitation newtonienne objet possible d'étude pleinement objective.

La Révolution politique va remodeler profondément l'enseignement et la pratique de la médecine[5]. Jusqu'alors celle-ci restait grossièrement coulée dans le moule hippocratique. Le rejet de la tradition en politique se conjugue avec l'apparition d'outils nouveaux. Ainsi se concrétise la seconde révolution biologique. Ses différents chapitres représentent un véritable feu d'artifice, lancé notamment depuis les hôpitaux parisiens : apparition de la clinique moderne, qui peut s'appuyer entre autres sur l'auscultation médiate de Laennec (1781-1826), méthode anatomo-clinique annoncée par Morgagni (1682-1771) et qui s'épanouit avec Laennec, Bayle (1774-1816) ou Bichat (1771-1802), application à la fois théorique et concrète de la méthode expérimentale en médecine autour de Magendie (1783-1855) puis de Claude Bernard (1813-1878), progrès de la chimie appliquée à l'être vivant (avec par exemple la synthèse in vitro de l'urée par Wöhler en 1828), méthode numérique avec Louis (1787-1872) qui est la première ébauche de l'application de la statistique en médecine, progrès technique de la micro-

---

[4] Sur les doctrines médicales au long du XVIII[e] siècle et sur le vitalisme, voir notamment : F. DUCHESNAU, *La physiologie des Lumières. Empirisme, modèles et théories*, La Haye, 1982 ; Thirery LAVABRE-BERTRAND, *La Philosophie médicale de l'Ecole de Montpellier au XIXème siècle*. Thèse de l'Ecole Pratique des Hautes Études, IVème section, Paris, 1993 ; R. REY, *Naissance et développement du vitalisme en France de la deuxième moitié du 18e siècle à la fin du Premier Empire*, Oxford, , 2000 ; E.A. WILLIAMS, *A cultural history of medical vitalism in enlightenment Montpellier*, Aldershot Hants, 2003 ; T. LAVABRE-BERTRAND, « Le vitalisme de l'École de Montpellier », in : *Repenser le vitalisme*, P. Nouvel éd, Paris, PUF, 2011, p.57-71.

[5] Sur la seconde révolution biologique voir notamment : E.H. ACKERKNECHT, *La médecine hospitalière à Paris 1794-1848*, Paris, 1986 ; M. FOUCAULT, *Naissance de la clinique*, Paris, 1963.

scopie et des techniques histologiques débouchant sur la formulation de la théorie cellulaire, avec Schleiden (1804-1881), Schwann (1810-1882) et Virchow (1821-1902)…

Au milieu du siècle va être résolue la question de la génération spontanée avec Pasteur et Béchamp (1816-1908), les progrès de l'infectiologie et de ses applications pratiques, asepsie, antisepsie, vaccination (prolongeant le concept de vaccination jennérienne) transforment des pans entiers de l'exercice médical. La génétique se fonde avec Mendel (1822-1884) avec les outils de la méthode numérique, la biologie moléculaire prolonge la biochimie et rejoint la génétique au milieu du XX^{e} siècle. La théorie darwinienne vient couronner l'édifice, fournissant une explication purement naturelle à l'apparition et à la complexification de la vie.

On ne saurait bien évidemment tout détailler. Les progrès pratiques sont tellement convaincants et s'harmonisent tellement avec les philosophies en vogue, matérialisme et positivisme notamment, que le terme de « révolution » semble faible si l'on compare l'état de la médecine des années 1900 à celui qui prévalait un siècle plus tôt. Dès lors, la place de la philosophie biologique s'estompe, tant tout semble se réduire à une pratique. L'idéal de la médecine semble correspondre à celui des sciences biologiques, lequel ne fait que prolonger celui des sciences physiques de l'ère de Laplace (1749-1827).

Ce mouvement se conforte au XX^{e} siècle, alors que les sciences « dures » entrent en crise. On croyait entrevoir une axiomatisation complète des mathématiques et Gödel (1906-1978) vient ruiner cet espoir en 1931; la physique classique doit céder la place à la Relativité et à la Mécanique quantique, qui transforment le rapport sujet/objet et remplacent les mesures plus ou moins précises par une distribution spatio-temporelle de probabilités. Pendant ce temps, les sciences biologiques de plus en plus efficaces donnent à l'Homme des moyens incomparablement précis d'agir sur lui-même sans qu'il puisse clairement se poser des règles éthiques indiscutées, ce qui n'avait pas été le cas jusqu'alors, quelles que fussent les audaces théoriques. Nous sommes bien loin désormais d'Hippocrate ou de Barthez.

II - Traditions, tensions et ruptures en médecine

Avant d'essayer de mieux caractériser la nature du savoir médical contemporain, la recherche d'invariants historiques paraît nécessaire[6].

Le premier état de la médecine faisait une large place aux dieux. Cette tentation métaphysique toute naturelle au début se prolonge au cours des siècles. Hippocrate laïcise la médecine, mais reconnaît cependant en l'être humain « quelque chose de divin ». En réaction au réductionnisme, Stahl voit en l'âme humaine, intellective et rationnelle, une part végétative qu'avait en d'autres temps affirmée Aristote. Le créationnisme persiste aujourd'hui, et les tenants du « dessein intelligent » pensent trouver dans l'improbabilité de l'apparition de la vie et de l'espèce humaine la preuve matérielle d'une puissance métaphysique à l'œuvre. Cette intrusion indue de la métaphysique dans le domaine de ce

---

[6] Différentes questions soulevées dans ce chapitre ont fait l'objet de communications de notre part à l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier : T.Lavabre-Bertrand, « La philosophie médicale aujourd'hui ». *Bull de l'Acad. des Sc. et Lettres de Montpellier*, 2001, p. 267-280 ; « Réflexions sur les fondements de la bioéthique », *Bull de l'Acad des Sc et Lettres de Montpellier*, 2008, p. 367-380 ; « Hasard et nécessité, de la biologie à la métaphysique », à paraître. Ces textes sont accessibles en ligne sur le site de l'Académie : www.ac-sciences-lettres-montpellier.fr

qui doit rester science naturelle, n'empêche pas une rencontre de la pensée biologique avec la théologie, celle-ci parlant cette fois à partir du domaine qui est le sien sans intrusion dans le domaine naturel. On n'en citerons qu'un élément récent, extrait de l'encyclique *Veritatis splendor* de Jean-Paul II : « Une liberté qui prétend être absolue finit par traiter le corps humain comme un donné brut (…) Cette théorie morale n'est pas conforme à la vérité sur l'homme et sur sa liberté. Elle contredit les *enseignements de l'Eglise sur l'unité de l'être humain* dont l'âme rationnelle est *per se et essentialiter* la forme du corps. L'âme spirituelle et immortelle est le principe d'unité de l'être humain, elle est ce pour quoi elle existe comme un tout (…) en tant que personne. Ces définitions rappellent également le lien de la raison et de la volonté libre avec toutes les facultés corporelles et sensibles [7]». Référence est faite à une décision du Concile de Vienne en 1312 qui affirmait : « doit être considéré comme hérétique quiconque osera affirmer, soutenir ou tenir avec entêtement que l'âme rationnelle ou intellective n'est pas la forme du corps humain par elle-même et par essence [8]».

La place du matérialisme, lente à se préciser, est devenue majeure aujourd'hui. Préfigurée, même sur le plan scientifique, par les vers somptueux du *De natura rerum* de Lucrèce, on la retrouve dans l'homme-machine de La Mettrie, fils de celui de Descartes qui n'a plus besoin d'âme…ni de glande pinéale. La révolution biologique du XIX^{e} siècle est baignée de matérialisme et de positivisme. M. Homais devient un symbole autant qu'une caricature et la figure d'un Littré (1801-1881) est perçue comme celle d'un saint moderne. L'œuvre philosophique d'un Jacques Monod ou d'un Jean-Pierre Changeux, d'un Jean Hamburger ou d'un Philippe Meyer procède du même esprit, quel que soit l'accent mis sur la complexité ou la « somptuosité » de chaque Homme lui conférant une dignité inamissible. On note une tendance générale à confondre affirmation de validité de la seule philosophie matérialiste en biologie avec la *démarche* matérialiste, laquelle est pleinement justifiée et d'une fécondité d'ailleurs amplement démontrée. Faire *comme si* l'être vivant n'était qu'un mécanisme complexe est le seul moyen d'aboutir à une dissection fine des mécanismes dont il est le théâtre, et le seul moyen d'agir sur eux. Le transfert de la démarche en dogme philosophique que l'on considère comme prouvé par la science elle-même se heurte par contre à des obstacles épistémologiques certains.

Entre ces deux réductionnismes, peut-il y avoir place pour un entre-deux ? Sans doute. Hippocrate admet certes une part d'inexplicable, mais s'efforce de bâtir ici et maintenant un discours cohérent, à partir de l'observation et d'un raisonnement empirique basé sur les discours scientifiques contemporains. L'exemple du vitalisme et de sa réception nous montre l'histoire d'un malentendu manifeste. On critique Barthez pour son concept de Principe vital. Or pour Barthez, la nature de celui-ci importe peu. Si l'on admet son existence comme une pure hypothèse, on peut en inférer des conclusions logiques qui permettent de formuler des lois générales d'organisation et de fonctionnement de l'être humain, à partir desquelles on pourra faire avancer la *Science de l'Homme,* y compris d'un point de vue pratique. Il semble bien logique d'admettre l'existence d'un courant de pensée pérenne, entre réductionnisme métaphysique et réductionnisme matérialiste, qui exploite les ressources de l'un comme de l'autre, tout en préservant l'ouverture sur un domaine qui n'est pas le sien.

---

[7] JEAN-PAUL II, *Veritatis splendor*, §48.

[8] DENZINGER, *Symboles et définitions de la foi catholique*, Paris, 1996, p.320-321.

Les données expérimentales (au sens le plus large) y sont organisées par un discours théorique à structuration logique, qui répond pleinement à la définition que donnait Duhem de la théorie physique. Pour lui l'objet de la théorie physique n'est pas d'atteindre la réalité objective plénière, mais de « sauver les phénomènes », d'en présenter une articulation à la fois économe et complète : « Une Théorie physique n'est pas une explication. C'est un système de propositions mathématiques, déduites d'un petit nombre de principes, qui ont pour but de représenter aussi simplement, aussi complètement et aussi exactement que possible, un ensemble de lois expérimentales » et encore : « Une théorie physique sera donc un système de propositions logiquement enchaînées, et non pas une suite incohérente de modèle mécaniques ou algébriques ; ce système n'aura pas pour objet de fournir une explication, mais une représentation et une classification naturelle d'un ensemble de lois expérimentales [9]».

Revenons à la médecine d'aujourd'hui. Est-elle uniquement fondée sur une approche matérialiste ? Probablement pas. Quels sont en effet les deux piliers sur lesquels reposent la pratique et les progrès de la médecine d'aujourd'hui : la médecine expérimentale d'une part, entendue en son acception la plus large (incluant biologie moléculaire, génétique…) et d'autre part les études statistiques, qui utilisent un outil mathématique de plus en plus perfectionné pour borner une incertitude liée aux variations interindividuelles. Le résultat obtenu est une probabilité, donc un risque, et non un résultat absolu. Claude Bernard d'ailleurs ne s'y trompait guère, qui se montrait sévère pour la méthode numérique naissante : « Les lois scientifiques sont seules de véritables lois parce qu'elles ne comportent pas d'exception. C'est toujours ou jamais qu'un phénomène doit se montrer dans une circonstance déterminée et non pas quatre vingt dix ou quatre vingt quinze fois sur cent [10]». Or qui s'aviserait aujourd'hui de nier la place essentielle de la statistique dans le savoir médical ? Il n'est pas un test diagnostique ni un médicament qui ne soit passé au crible d'une étude statistique rigoureuse.

La médecine aura beau faire, elle n'est pas plus indépendante des sciences « dures » qu'autrefois. Or celles-ci font la part de plus en plus belle au flou, à l'imprécis, à la probabilité, à la conception d'un univers « voilé ». Qui ne pressent qu'une adaptation radicale sera bientôt nécessaire ?

Comment dès lors comprendre les concepts de tradition, d'évolution et de révolution au long de l'histoire de la médecine ? L'attitude classique voit dans la tradition une répétition stérile qui occulte tout progrès véritable : ainsi Galien gèle-t-il pour plusieurs siècles toute innovation en maint domaine. L'évolution est possible, mais porte sur les détails. Lorsque le blocage devient trop fort, lorsque de nouveaux moyens d'exploration apparaissent, tout est emporté, comme cela fut le cas au début du XIX^{e} siècle.

Les choses peuvent être vues autrement. De grands courants persistent au long de l'histoire, qu'on peut assimiler à des traditions, certains réductionnistes, de type métaphysique ou matérialiste, d'autres plus empiriques. Le mot tradition est d'ailleurs ambigu : il renvoie à l'acte de transmettre, et c'est ce que l'on pourrait appeler la Tradition, comme au contenu de la transmission, qui sont les traditions. Chacun de ces courants évolue en fonction de son génie propre. Tous comportent une structuration logique en

---

[9] P. Duhem, *La théorie physique son objet - sa structure*, Paris, 2007, pp.44 et 157.
[10] Cl. Bernard, *Principes de Médecine expérimentale*, 2° éd, Paris, 1987, p. 64

arrière-plan, qui joue le rôle de la théorie physique selon Duhem. À chaque époque, un véritable darwinisme est à l'œuvre, qui met en compétition ces différentes traditions. Parmi les facteurs de sélection, les moyens d'exploration technique disponibles jouent un jeu essentiel, mais également les philosophies dominantes (et notamment la place de l'individu face à la collectivité), les structures politiques, les conditions économiques…Le critère finalement retenu sera la fécondité pratique et le pouvoir que l'homme obtient sur la nature pour éliminer ce qui lui fait obstacle, et notamment la maladie et la mort. Que survienne un changement radical des moyens d'exploration, un bouleversement du contexte social ou culturel, le rapport change brutalement, une révolution est à l'œuvre. A la différence cependant de l'évolution darwinienne classique, les courants dominés ne disparaissent pas. Ils peuvent rester minoritaires, comme se camoufler sous des habits d'emprunt.

Reprenons certains des événements décrits plus haut : à l'âge d'Hippocrate commence à se produire le miracle grec, c'est-à-dire une vision de l'Univers issue de l'Homme lui-même, se déclinant en plusieurs philosophies intriquées de science naturelle. La place des dieux se réduit, des outils nouveaux permettent de comprendre et d'expliquer : la bascule se produit vers une médecine laïcisée. Considérons au contraire le XVIII^{e} siècle : un équilibre instable se produit entre les différents courants, car aucun ne bénéficie d'un avantage sélectif net. Le pouvoir intellectuel est du côté de *l'Encyclopédie*, qui penche pour le vitalisme, le réductionnisme physico-chimique a des arguments techniques, mais de pouvoir heuristique limité, l'animisme de Stahl fait de nombreux adeptes car la résistance spiritualiste n'a pas désarmé. Au début du XIX^{e} siècle par contre, la révolution devient inévitable : les conditions sociopolitiques ont changé, une large gamme d'outils nouveaux se fait jour, le courant réductionniste et matérialiste passe au premier plan, porté par ses résultats spectaculaires.

Cette victoire apparemment complète ne l'est en fait pas autant qu'on le pense. De nouveaux équilibres restent possibles.

On ne peut manquer de rapprocher ces états successifs d'équilibre entre courants théoriques du concept de *pathocénose* proposé par M.D. Grmek (1924-2000) : à une époque donnée dans un milieu donné, on observe un spectre précis de distribution des maladies. Que survienne une perturbation de l'équilibre, par exemple la régression de la tuberculose au milieu du XX^{e} siècle sous l'effet de nouveaux traitements et la place est libre pour une autre maladie, par exemple le SIDA.

Tradition, évolution et révolution se complètent donc sur des plans différents : la Tradition transmet des intuitions fondamentales pérennes, des abords fondamentalement différents d'étude du fonctionnement humain, de la santé et de la maladie ; ces différentes traditions revêtent selon les âges des formes différentes, et c'est leur évolution ; des modifications brutales du milieu renversent périodiquement les équilibres entre courants, et c'est la révolution. Les différentes traditions ont chacune leur légitimité, pour autant qu'elles ne se posent pas en absolu dans le domaine médical proprement dit : la théologie peut se poser sur le terrain ontologique, elle y est légitime pour autant qu'elle parle en théologie, non en tant que savoir du monde physique (c'est, on l'a vu, tout le problème que posent les courants liés à l'*Intelligent design*). Un abord matérialiste a surabondamment prouvé sa fécondité en médecine, il ne peut se poser en absolu, car les sciences mêmes de la matière se dérobent aujourd'hui à un regard trop appuyé. Un abord empirique est par définition plus ouvert, moins sujet à ces ab-

solutisations. La question du réductionnisme ne se pose d'ailleurs plus vraiment, du moins dans les termes où elle était classiquement discutée, puisque la matière elle aussi semble ne plus être pleinement réductible à elle-même.

III - Médecine, science et société

« L'étude de la médecine, considérée sous ses vrais rapports, ne se borne point à la connaissance de l'homme (…). Le médecin ne peut donc s'élever à la dignité de son art, sans mener de front les connaissances qui intéressent essentiellement la Société (…) Après avoir donné à l'homme une connaissance exacte de son être et de ses facultés (…) ce qu'il importe le plus, c'est de lui fournir les moyens d'être utile à la Société. Or ils sont tous, ces moyens, dans l'art de conserver ou de rétablir la santé, dans l'art de faire prospérer l'agriculture ou d'éclairer les arts (…). Le médecin paraît donc se diviser ou se multiplier pour ainsi dire, dès qu'il est question d'être utile ; il embrasse tous les besoins de la Société pour satisfaire à tous [11]». Ces mots que Chaptal prononçait en l'an V dans un discours devant l'Ecole de santé nouvellement fondée à Montpellier posent bien la question des connexions de la médecine avec l'ensemble des savoirs. De même que le milieu sélectionne en chaque âge une configuration particulière de la science médicale, celle-ci en retour ne peut manquer d'influer sur l'état des autres sciences et sur celui de la société tout entière.

L'influence des besoins médicaux sur l'évolution des sciences et techniques paraît assez claire : la microscopie se perfectionne dans les années 1800 grâce à la mise au point des lentilles achromatiques ; on se penche sur la reconstruction informatique des images pour aboutir au scanner et à l'IRM à partir des années 1970 ; la méthode numérique sera un stimulus puissant des progrès du calcul statistique…

L'évolution de la médecine retentit de plus en plus sur la société tout entière. Elle agit d'abord par son action elle-même : l'allongement de la durée de vie bouleverse largement les équilibres économiques intergénérationnels. La santé a un coût, qui pèse de plus en plus sur les finances publiques et qui est devenu une part essentielle des choix politiques.

La façon dont la société comprend la médecine n'est pas sans impact sur ces choix. Une médecine fonctionnant sur un modèle matérialiste devient une simple application de sciences pures telle la biologie moléculaire, elle-même chapitre de la biochimie. Plus la médecine paraît mécanique, plus le diagnostic semble devoir être quasi-automatique. On approche d'un idéal simple, où le médecin à la limite pourrait s'effacer devant la machine. Les décideurs sont tentés d'appliquer la recette : rien ne garantit que le succès sera au bout. Ce danger avait été pressenti par Valéry : « Le malade de l'avenir est une collection (…) de fiches, de graphiques, de nombres et d'enregistrements divers. Un automate sera le médecin de l'avenir, qui sans aucune pensée, déduira de ces données un classement et un traitement » et cela, hélas, avec sa collaboration entière car « la valeur du médecin diminue en raison directe des moyens d'investigations que lui donne la technique physico-biologique. Plus en dispose-t-il, plus s'efface-t-il devant eux et renonce-t-il facilement à observer et à réfléchir [12]».

---

[11] J.A. Chaptal, Discours de rentrée, 1er brumaire an V, in : *Recueil de Discours prononcés à la Faculté de Médecine de Montpellier, par des professeurs de cette Faculté*, Montpellier, 1820.
[12] P. Valéry, *Cahiers,* vol 26, Paris, 1960, p.738.

Les conceptions courantes que la médecine peut avoir de l'homme à un moment donné ne manquent pas d'imprégner la façon dont la société se pense et s'organise. Un abord animiste de l'être vivant, tel que décrit ci-dessus, débouchera naturellement sur une conception organique de la société, où le bien commun défini de façon transcendante s'impose logiquement. A l'inverse un organisme généralement compris comme une simple confédération cellulaire sera en syntonie plus facile avec une conception individualiste de la société. Et que dire alors des traces que laissent dans le langage commun les notions biologiques banalisées telles que « il est dans l'ADN de notre parti de… ». Comment ne pas imaginer une influence occulte des concepts ?

Médecine et société se rencontrent de façon étroite aujourd'hui dans le domaine de l'éthique. Nul doute que les concepts médicaux et biologiques sous-jacents jouent en miroir dans le discours politique : se place-t-on du point de vue d'un réductionnisme métaphysique, le choix éthique restrictif s'impose ; défend-on au contraire le point de vue du réductionnisme matérialiste, c'est une « éthique de la connaissance » libérale qui sera privilégiée ; se dit-on « empiriste », le respect du Mystère s'imposera, tel un principe de précaution.

Peut-on transposer l'interprétation faite ci-dessus pour la médecine des notions de tradition, d'évolution et de révolution à la société tout entière ? Des courants de pensée y coexistent, qui se transmettent d'âge en âge sous des formes évolutives. Il ne saurait être ici le lieu de tenter une typologie de ces courants. Des pressions sélectives s'exercent, économiques, philosophiques, sanitaires aussi. Plus qu'une évolution linéaire prenant son élan de lui-même, le mouvement de la société peut être vu comme confrontation de courants opposés en équilibre dynamique et instable.

L'histoire des idées en médecine semble bien fournir un cadre adéquat à une meilleure compréhension des notions de tradition, d'évolution et de révolution. On peut voir celles-ci de façon moins simple et linéaire que ne le veut la médecine conquérante que nous a léguée le XIX^{e} siècle. Une nouvelle révolution est peut-être imminente. Que pourrait-on en inférer sur l'évolution de la société ?

QUAND L'ESPRIT DE PROGRÈS SOUFFLA ENFIN DANS LES SCIENCES BIO-MÉDICALES

Par

Jacques BATTIN de l'Académie nationale de Bordeaux

Le progrès est la dynamique même de la culture scientifique. Et c'est cette dynamique que l'histoire des sciences doit décrire. Elle apparaîtra alors comme la plus irréversible de toutes les histoires. En découvrant le vrai, l'homme de science barre un irrationnel. L'irrationalisme sans doute peut sourdre ailleurs. Mais il y a désormais des zones interdites. L'histoire des sciences est l'histoire des défaites de l'irrationalisme.

Gaston Bachelard

Deux faits médicaux survenus au XVII[e] siècle éclaireront d'entrée ce propos ayant trait à la rupture survenue au début du XIX[e] siècle ouvrant enfin la médecine à l'esprit de progrès scientifique.

Le premier survint en novembre 1632, alors que le cardinal de Richelieu, principal ministre du roi Louis XIII, sans toutefois être appelé premier ministre, venant de Toulouse en descendant la Garonne, s'arrêta à Bordeaux, parce qu'il souffrait depuis plusieurs jours d'une douloureuse rétention d'urine. Après une large consultation des médecins et chirurgiens de sa suite avec ceux de la ville, il fut confié à un chirurgien juré de Bordeaux, qui, étant lui-même affligé de la maladie de la pierre, autrement dit de lithiase urinaire, confectionnait à son usage des sondes souples en cire.[2] Il soulagea ainsi le cardinal qui dirigea encore le pays pendant dix ans.

Cet acte salvateur est caractéristique du savoir-faire que les chirurgiens, malgré leur statut inférieur à cette époque à celui des médecins, mettaient en pratique. La guérison de la fistule anale du roi-soleil en 1686 par François Félix en est un autre exemple. La pathologie externe, dans la pratique civile ou militaire pendant les guerres exigeait des chirurgiens habiles à donner des réponses rapides et efficaces. Les chirurgiens, comme leur nom l'indique - *cheiros e*n grec désigne la main - « œuvrant de la main » ils ont su très tôt, au moins dès le X[e] siècle, sinon même avant, inventer des outils adaptés[3] à leurs interventions, de manière à affiner le travail de la main, comme un artisan a besoin d'outils spécifiques.

---

[2] BATTIN J. « Le cardinal de Richelieu et le mal de Bordeaux » *Hist. Sciences médicales,* XLVI, 2012, 3, pp. 271-279.

[3] Le modèle de ces instruments a été reproduit par Guy de Chauliac et Ambroise Paré d'après la panoplie des chirurgiens arabophones, comme Abulcassis, actif au X[e] siècle, au califat de Cordoue.

Aussi, étaient-ils en mesure d'évaluer immédiatement si le geste effectué était le bon, arrêter une hémorragie, réduire une fracture, suturer une plaie, réparer. « Vous qui pensez et agissez sous le contrôle perpétuel des conséquences de vos actes, votre profession est une des plus entières qui soient… » leur avait dit Paul Valéry dans son beau *Discours aux chirurgiens*[4] que lui avait demandé Henri Mondor en 1938. La pathologie externe leur était seule accessible avant l'ère de l'anesthésie et de l'asepsie, soit jusqu'à la deuxième moitié du XIX^{e} siècle. Le concile de Latran ayant interdit aux clercs toute intervention sanglante, la situation des chirurgiens, considérés comme des « manœuvres », en fut dévalorisée pendant des siècles.

En opposition avec l'efficacité de cette *praxis* chirurgicale, la pathologie interne, désignant la pathologie médicale, certes plus complexe et difficile d'approche, s'enfermait dans des théories verbeuses héritées de l'Antiquité la rendant totalement inefficiente.

Ainsi, trente-six ans après le sondage réussi par le chirurgien bordelais, en 1669, lors du voyage de Claude Perrault à la demande de Colbert pour inventorier les monuments de Bordeaux, son frère Jean qui l'accompagnait tomba malade. Alors qu'il mourait d'une très probable fièvre typhoïde - d'après la description précise de Claude -, les médecins bordelais réunis à son chevet - mais ailleurs il en eut été de même - proposèrent l'application sur le malade d'un pigeon éventré pour attirer les humeurs peccantes[5], en plus des sangsues et des saignées qui contribuaient à affaiblir davantage le malade qui mourut.

Comment expliquer un tel contraste entre le réalisme des chirurgiens et l'obscurantisme des médecins ?

La médecine, depuis l'Antiquité, était enfermée dans un système « dictatorial » infondé et néfaste. Le traité sur la génération d'Aristote fondait la supériorité de la semence masculine (d'où l'androcentrisme prolongé) par un apport supposé de la forme, la femme étant seulement nourricière. Si Hippocrate a bien établi, à propos de l'épilepsie, que les maladies résultaient d'une cause naturelle et non divine, sa théorie des humeurs, reprise par Galien, fut le credo de l'Eglise romaine, fixé sans appel et, comme pour les dogmes théologiques, il était dangereux d'être contestataire. Si Copernic et Galilée échappèrent au bûcher, Michel Servet fut brûlé vif dans la Genève de Calvin en 1553 et le moine dominicain Giordano Bruno à Rome en 1600. Pietro Albano de Padoue fut condamné par l'Inquisition. Quant à Andréa Vésale (1514-1564) fondateur par la dissection de l'anatomie humaine à Padoue, son audace se lit sur son portrait gravé à l'âge de vingt-huit ans, car il osa contredire le médecin de Pergame prétendant que le sang s'oxygénait par des pertuis de la paroi interventriculaire, ce qui est erroné. Vésale dut expier son audace sacrilège en faisant un pèlerinage en Terre sainte, à la suite duquel il mourut prématurément dans un naufrage.

En 1628, William Harvey dans le *De motu cordis*, décrit la circulation sanguine (la grande et la petite circulation pulmonaire), comme un système hydraulique fermé propulsé par un moteur, le cœur. Molière par ses railleries fit connaître l'opposition des anti-circulationnistes menés par le doyen de la faculté de médecine de Paris, le borné Guy Patin, qui refusait ce pas gigantesque dans les connaissances.

---

[4] VALÉRY Paul. Discours aux chirurgiens (1938) *Œuvres,* Paris, NRF, Gallimard, La Pléiade, 1973, I, 907- 923.
[5] PERRAULT Claude. *Voyage à Bordeaux*. Paris, éd.L'insulaire, 2000, éd. originale 1669.

Si bien que, quarante-quatre ans après cette acquisition majeure, Louis XIV, excédé par cette vaine querelle, chargeait le chirurgien Pierre Dionis d'enseigner la circulation au Jardin du Roi, l'ancêtre du Museum.

La faculté de médecine de Paris était également hostile à l'utilisation de l'écorce de quinquina pourtant efficace dans les fièvres paludéennes qui sévissaient à Versailles, comme partout en Europe. Louis XV réussit à créer l'Académie de chirurgie alors que la faculté de médecine de Paris s'était opposée à la réalisation d'une Académie de médecine pour ne pas perdre ses privilèges.

Il fallut que Louis XV mourût de la variole en 1774 pour que naisse deux ans plus tard la Société royale de médecine préfigurant l'Académie de médecine qui dut attendre 1820, pour conseiller le gouvernement sur les problèmes de santé.

Ce rappel montre combien les mentalités dogmatiques, autant civiles que religieuses, furent un frein au progrès scientifique. Il faudra que tombent, sous les coups de la philosophie positiviste, toutes les chaînes, dont l'oppressant galénisme, pour que la médecine s'ouvrit enfin à l'esprit de progrès.

Parmi les écrivains du XIX^{e} siècle, Gustave Flaubert, fils et frère de médecins, était d'une curiosité insatiable, qui le faisait se documenter et faire des fiches sur tout. Sa dernière œuvre qualifiée de roman, bien que dépourvue d'intrigue sentimentale, inachevée et posthume, publiée en 1881, est une sorte d'encyclopédie critique en forme de farce, où les deux compères Bouvard et Pécuchet, copistes à leur début et doubles de l'auteur, se lancent dans des entreprises hasardeuses, toutes vouées à l'échec, mais prétextes pour Flaubert de vider son sac à propos de la bêtise, des idées reçues et des dogmatismes.

Comme la chute de la Bastille, ce fut une vraie révolution dans les esprits, qui ouvrit le chemin de la liberté enfin acquise dès le début du XIX^{ème} siècle.

En 1820, Louis XVIII par *Lettres Patentes* regroupait dans la même compagnie l'ancienne Société royale de médecine et l'Académie de chirurgie, supprimées par la Convention. Ainsi prenait fin l'interminable lutte entre médecins et chirurgiens. Cette union de la médecine et de la chirurgie donnait l'autorité nécessaire à cette nouvelle compagnie que renforçait l'adjonction des pharmaciens et des vétérinaires. La nécessaire symbiose médico-chirurgicale est visible dès l'entrée de l'Académie où l'on est accueilli par les statues en pied de Desgenettes et Larrey. Louis XVIII fit aussi preuve de tolérance et de finesse politique en nommant les médecins et chirurgiens de son ennemi Napoléon I^{er} qui procéderont à l'élection des futurs membres.

Les thèmes qui seront traités témoignent de l'esprit de progrès qui souffla alors de façon décisive.

Corvisart, médecin de la Charité, initia à la méthode anatomo-clinique René Théophile Laennec, qui eut la géniale intuition, alliée à son « oreille absolue » de flûtiste d'inventer le stéthoscope, devenu l'emblème de la profession. Ce cylindre qu'il façonnait lui-même avec un tour et différents bois, lui permit de décrire la séméiologie sonore des lésions pleuro-pulmonaires et cardiaques qu'il vérifiait ensuite sur le cadavre. Ce fut *La naissance de la clinique*, pour reprendre le titre du célèbre ouvrage de Michel Foucault, avec la prise de l'observation comportant l'anamnèse, l'histoire de la maladie, la description des signes fonctionnels, généraux et physiques.

Pierre-Fidèle Bretonneau, le médecin de Tours, comprit en étudiant les fausses membranes de la diphtérie et les lésions intestinales de la fièvre typhoïde, qu'il appelait dothiénentérie, alors que leur agent microbien était encore inconnu, que les maladies

étaient des entités spécifiques. Son élève Armand Trousseau s'en fit l'écho dans ses célèbres leçons cliniques de l'Hôtel-Dieu. À l'opposé, l'impérialiste Broussais soutenait que les maladies résultaient d'une gastro-entérite que les réactions individuelles transformaient en maladies qu'il recommandait de traiter par des saignées et des purges. Ce fut un retour néfaste aux idées erronées, vérifiant l'adage de Victor Hugo que « la science va sans cesse se raturant ». Il était trop tôt pour que le terrain reçût une explication génomique.

À la Salpêtrière, Jean Martin Charcot, le « prince de la neurologie » et ses élèves établirent la nosologie des maladies du système nerveux et à l'aide de coupes précisaient les localisations cérébrales, à la suite de Paul Broca. Par ses descriptions de l'hystérie, Charcot ouvrait à son élève Freud les portes de l'inconscient. Parallèlement, à Bicêtre, Pinel et Esquirol en détachant les aliénés de leurs chaînes transformaient les asiles en hôpitaux psychiatriques.

Les chirurgiens militaires, héritiers de ceux des armées napoléoniennes et ceux de la pratique civile, obtinrent leurs premiers succès dans la pathologie abdominale grâce à l'anesthésie à l'éther associée à l'asepsie-antisepsie introduite par Joseph Lister, à la suite de Pasteur. La réussite des sutures vasculaires chez le chien par Alexis Carrel, prix Nobel 1912, permettra les pontages vasculaires et les transplantations. Les médecins d'enfants, à la suite de Bouillaud, Marfan et les accoucheurs contribuèrent à réduire la mortalité infantile.

Au milieu du XIX^{e} siècle apparaissent quatre figures de proue, honneur de la science et de l'humanité, nés à peu près simultanément, qui ont montré le chemin et nous le montrent encore.

En 1859 le naturaliste anglais Charles Darwin (1809-1882) publie *L'Origine des espèces au moyen de la sélection naturelle ou la lutte pour l'existence dans la nature.* Le darwinisme explique l'évolution biologique par la pression du milieu qui, en sélectionnant les mutations avantageuses, crée des espèces plus adaptées et élimine les variations défavorables, la sélection sexuelle intervenant pour assurer la descendance. Théodose Dobzhansky dira que « *Rien en biologie n'a de sens si ce n'est à la lumière de l'évolution* ». De cette conception darwinienne de la médecine, on peut donner maints exemples.

L'adolescence, préfigurée chez les primates, permet la transmission des caractères acquis dans les soins aux petits procurant un avantage sélectif. En étant particulièrement retardée dans notre espèce avec un pic de croissance apportant 15 % de la taille définitive, elle confère un avantage évolutif en ménageant un temps de croissance intérieure en terme de maturation des comportements et d'adaptation culturelle, de temps d'acquisition du savoir et des compétences. C'est le temps où l'on apprend à apprendre.

Un contre-type darwinien nous est proposé actuellement avec la physiopathologie de l'obésité, qui est la première pandémie non infectieuse de l'humanité. Un « conflit faustien » apparaît lorsque le patrimoine génétique adapté depuis des millénaires aux carences alimentaires en privilégiant le stockage des graisses devient néfaste, car inadapté lorsque l'abondance nutritionnelle se conjugue à la sédentarité.

Le moine morave Gregor Mendel (1822-1884) en publiant en 1865 ses *Expériences sur l'hybridation des plantes* résultant du croisement de petits pois à peau lisse et rugueuse, dans le jardin de son monastère de Brno, actuellement en république

tchèque, a défini les lois de ségrégation indépendante, de dominance et de récessivité, de disjonction et de réassortiment des caractères héréditaires, dénommés après lui des gènes. Ces découvertes fondent la génétique mendélienne, grâce à des observations méticuleuses et de savants calculs, non seulement sur les végétaux, mais aussi sur le croisement de races d'abeilles. La personnalité de Mendel longtemps énigmatique a été éclairée par des recherches récentes qui le montrent étudiant, enseignant, chercheur naturaliste et enfin abbé consacrant à son couvent ses compétences en agriculture.

En fait, les relations entre la génération et l'hérédité avaient suscité des travaux préliminaires sur l'hybridation, dont ceux de Charles Naudin. Trop en avance sur son temps, Mendel et ses lois furent redécouvertes et confirmées en 1900, puis appliquées à l'ensemble du monde vivant. Plus récemment, ces lois durent être revues pour intégrer l'expression monoallélique de certains groupes de gènes liés à l'empreinte parentale qui fait référence à l'épigénétique.

De 1865, année vraiment féconde, date également *l'Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*, considérée depuis comme le texte fondateur de la médecine scientifique. Claude Bernard (1813-1878) avait 52 ans et, depuis dix ans, il avait succédé à son maître François Magendie qui l'avait remarqué lorsqu'il était venu comme interne dans son service de l'Hôtel-Dieu et l'avait engagé comme préparateur à partir de 1841. « La médecine, a écrit Claude Bernard, est destinée à sortir peu à peu de l'empirisme, mais elle n'en sortira que par la méthodologie. » Il expose dans l'*Introduction* la méthode qui consiste à vérifier chez l'animal une hypothèse préalable, sinon il s'agit de théories ou de doctrines qui ont égaré si longtemps la médecine ; le savant authentique rejette tous les systèmes et doute de lui-même, mais non de la méthode expérimentale, seul moyen d'accéder aux déterminismes et aux lois du vivant.

Sa profession de foi, retrouvée sur un billet autographe est émouvante par son humilité et sa foi dans la science. Son apport en physiologie est immense, de la découverte de la fonction glycogénique du foie exposée lors de ses leçons au Collège de France, au diabète, à la fonction digestive du pancréas, la pharmacologie du curare, le milieu intérieur et l'homéostasie, la fonction respiratoire du sang et les nerfs vaso-moteurs.

Il fonda la Société de Biologie qui prendra une part grandissante à côté de la clinique et de l'anatomie-pathologique. Il insistait toutefois sur la nécessité en médecine de « procéder graduellement et de ne jamais s'écarter de l'observation clinique rigoureuse, sans cela on fait fausse route. La physiologie n'intervient ensuite que comme science explicative. Malheureusement, il est des médecins, dit-il, qui, trop pressés de tout comprendre, faussent ou dénaturent les faits cliniques pour les plier à leurs explications physiologiques hypothétiques ou prématurées. Ceux-là nuisent plus à la médecine scientifique qu'ils ne la servent réellement. » Avec les progrès actuels des investigations de haute technicité, cet avertissement de Claude Bernard garde toute sa valeur pour concilier la pertinence des examens et des actes et les contraintes économiques.

Il disait aussi que « la médecine ne finit pas à l'hôpital, mais elle ne fait qu'y commencer ». C'est pourquoi, on peut le considérer comme ayant établi les principes de la recherche clinique reconnue désormais une des vocations des centres hospitalo-universitaires. L'observation clinique du malade suscite des hypothèses qui demandent à être vérifiées au laboratoire, en principe proche, par des dosages appropriés ou le recours à l'animal.

Claude Bernard le redit avec insistance : « Il faut d'abord poser le problème médical, tel qu'il est donné par l'observation de la maladie, puis analyser expérimentalement les phénomènes pathologiques, mais dans cette analyse, l'observation médicale ne doit jamais disparaître ou être perdue de vue. Elle reste comme la base constante ou le terrain commun de toutes les études et de toutes les explications...Le point de vue anatomique est suffisant pour reconnaître et classer les maladies, mais il n'explique rien ni sur les causes, ni sur les raisons de la mort. Ainsi, l'observation clinique du malade suscite des hypothèses qui demandent à être vérifiées au laboratoire ou par le recours au modèle animal. »

L'œuvre du chimiste Louis Pasteur (1822-1895) est fondatrice des biotechnologies actuelles. Pasteur sut saisir les opportunités avec une intuition étonnante. Son premier poste à Strasbourg, ville de la chimie, fut propice à sa première découverte en cristallographie. Observant des cristaux en milieu liquide et en lumière polarisée, il constata que les molécules sont « comme les deux mains » dextrogyres et lévogyres. Cette découverte de la stéréochimie lui ouvrit les portes de la recherche fondamentale.

Nommé en 1856 doyen de la jeune faculté des sciences de Lille, il fut amené par les industriels à s'intéresser aux fermentations, celle du sucre de betterave pour produire de l'alcool. A partir de ses travaux sur les fermentations du lait, du vinaigre, du vin et de la bière, il démontrait que ces phénomènes sont dus à des êtres vivants microscopiques, des levures qu'il voit au microscope et qu'il multiplie dans les milieux de culture.

Il est nommé ensuite administrateur de la recherche à l'Ecole Normale Supérieure où il va démontrer qu'il n'y a pas de génération spontanée en utilisant la stérilisation à haute température et les résultats de la contamination de ses bouillons de culture exposés à l'air ambiant, à différents niveaux, au sol, sous terre et en altitude au Montenvers à Chamonix. Puis, c'est l'étude des vins contaminés, à la demande de l'empereur, des maladies des vers à soie, du choléra des poules, du charbon pour culminer avec l'atténuation de la virulence des souches à la guérison de la rage chez le jeune Joseph Meister.

Pasteur ouvre ainsi la voie aux vaccinations qui vont vaincre les fléaux infectieux en médecine humaine et animale. En application de ses données, le chirurgien écossais Joseph Lister utilise, dès 1867, l'acide phénique pour détruire les germes qui infectent les plaies : c'est l'antisepsie. Avec le lavage des mains et la stérilisation du matériel recommandée par Pasteur dès 1874, c'est l'asepsie qui donne à la chirurgie viscérale ses premiers succès.

Si l'école de Paris a brillé d'un éclat particulier pendant tout le XIX^{e} siècle, le dernier quart du siècle vit l'essor de la médecine germanique. Ce sont les puissants microscopes Zeiss et les colorants d'aniline de l'industrie allemande qui donnèrent à ce pays les moyens nécessaires pour fonder la bactériologie. Robert Koch (1843-1910) reçut le prix Nobel en 1905 pour sa découverte des bacilles de la tuberculose et du choléra, puis il y eut Loeffler pour le bacille diphtérique et Nicolaier pour le bacille tétanique. Quant à Rudolph Virchow (1821-1902) professeur d'anatomie-pathologique à Würzbourg, puis à Berlin, il fut le fondateur de la pathologie cellulaire, autrement dit de l'anatomie pathologique microscopique, alors que les médecins français se cantonnaient encore à l'examen macroscopique post mortem, à la manière de Laennec.

Héritiers de ces pères fondateurs [6] de l'esprit scientifique en médecine, nous vivons actuellement la troisième révolution, depuis le milieu du XXème siècle, tant au niveau des moyens d'exploration (imagerie et génomique) que des innovations thérapeutiques.

Il convient de remarquer que la science ne procède pas de façon continue, mais par paliers, selon un mode « incrémentiel », pour emprunter ce terme à l'informatique et au marketing. Son histoire est, en effet, marquée de sauts successifs dans les connaissances, qui se modifient lors des dernières évolutions.

Les connaissances acquises grâce à l'émergence de cet esprit de progrès ont radicalement modifié les conditions de la vie et les relations sociétales. Quant à savoir si la médecine est au art ou une science, il est aisé de répondre que la science biomédicale n'est à nulle autre pareille, devant être appliquée à l'homme avec art[7] , elle est l'une et l'autre et jamais l'éthique n'a été autant interrogée.

---

[6] BATTIN J. *Médecins et malades célèbres*, 2ème édition, préface d'Yves Pouliquen de l'Académie française. Paris, éd. Glyphe, 2012, 450 pages illustrées.

[7] POIRIER J. *La médecine est-elle un art ou une science* ? Bibliothèque de l'Institut, 2004

ÉVOLUTION DE LA PENSÉE SCIENTIFIQUE : DE LA RÉALITÉ-VÉRITÉ À LA RÉALITÉ-MODÈLE-DÉPENDANT

par

Jean-Pierre NOUGIER de l'Académie de Montpellier

1. Introduction

L'une des caractéristiques de l'esprit humain est probablement sa curiosité, sa quête de connaissance, de savoir, de vérité. Si l'on veut résumer schématiquement en une phrase l'évolution séculaire de la pensée en ce domaine, on peut dire que le cheminement général va de la croyance vers la certitude, de l'imaginaire métaphysique vers la réalité objective. Ce cheminement s'appuie sur un va et vient incessant entre une représentation (ou conceptualisation, ou modélisation) des phénomènes qui nous entourent, et leur vérification expérimentale, d'abord par l'observation critique, puis par l'élaboration et la mise en œuvre d'appareils de mesure de plus en plus sophistiqués et performants. Ainsi est née la Science, et plus généralement l'esprit scientifique, qui s'applique non seulement aux sciences dites exactes, mais aussi à tous les domaines de la pensée (sciences sociales et humaines, sciences cognitives, etc.). On pourrait croire qu'ainsi l'on s'approche progressivement de la réalité, au moins dans le domaine des sciences exactes, réputé comme rigoureux car plus aisé à appréhender, dans la mesure où il met en œuvre un nombre relativement restreint de paramètres accessibles à la mesure. Nous allons voir dans cette communication que, contrairement à l'opinion généralement admise, il n'en est pas du tout ainsi.

Plutôt que de disserter sur ce thème de façon générale, je vais m'appuyer sur l'exemple d'un phénomène a priori banal et bien connu du public, celui de la lumière, en évoquant quatre percées majeures, parmi d'autres, qui ont révolutionné la pensée scientifique et notre appréhension de la réalité du monde qui nous entoure : la dualité onde-corpuscule, la non-reproductibilité, la non-localisation, le « don d'ubiquité ».

2. La dualité onde-corpuscule : ni onde ni particule

Pendant des siècles, philosophes et physiciens ont cherché à comprendre le phénomène lumineux. À la fin du XVII^{e} siècle, deux modèles de la lumière se disputent le haut du pavé : Newton (1642-1727) considère que la lumière est constituée de corpuscules soumis à l'action de forces ; Huygens (1629-1695) au contraire propose en

1678 un modèle ondulatoire dans lequel la lumière serait une perturbation d'un milieu, comme le son ou les vagues ; ce milieu interstellaire où se propage la lumière est appelé Éther. Ces deux modèles sont totalement contradictoires : celui de Newton fait appel à des grains de lumière émis de façon discontinue, le modèle ondulatoire de Huygens est un phénomène continu. Mais bien que contradictoires ils sont tous deux convaincants, et permettent d'expliquer les observations de l'optique géométrique.

La lumière est une onde électromagnétique

Le XIX^{ème} siècle allait donner raison à Huygens. En effet, seules des ondes peuvent présenter des phénomènes d'interférences et de diffraction, observés et expliqués sur la lumière par Augustin Jean Fresnel (1788-1827), fondateur de l'optique physique moderne. Lorsque l'on superpose deux ondes cohérentes, par exemples issues des deux trous S_1 et S_2 à travers lesquels passe un faisceau lumineux issu d'une même source S (figure 1), en certains points de l'espace leurs amplitudes sont constamment de même signe, elles s'ajoutent, ces points sont brillants ; l'ensemble des points brillants sont alignés suivant des lignes brillantes, appelées franges d'interférences constructives. En d'autres points, une onde a une amplitude positive, l'autre une amplitude négative, ces deux amplitudes s'annulent, l'éclairement est nul ; ces points sont alignés suivant des franges sombres, d'interférence destructive. Ainsi on observe une succession alternée de franges sombres et de franges brillantes (figure 1).

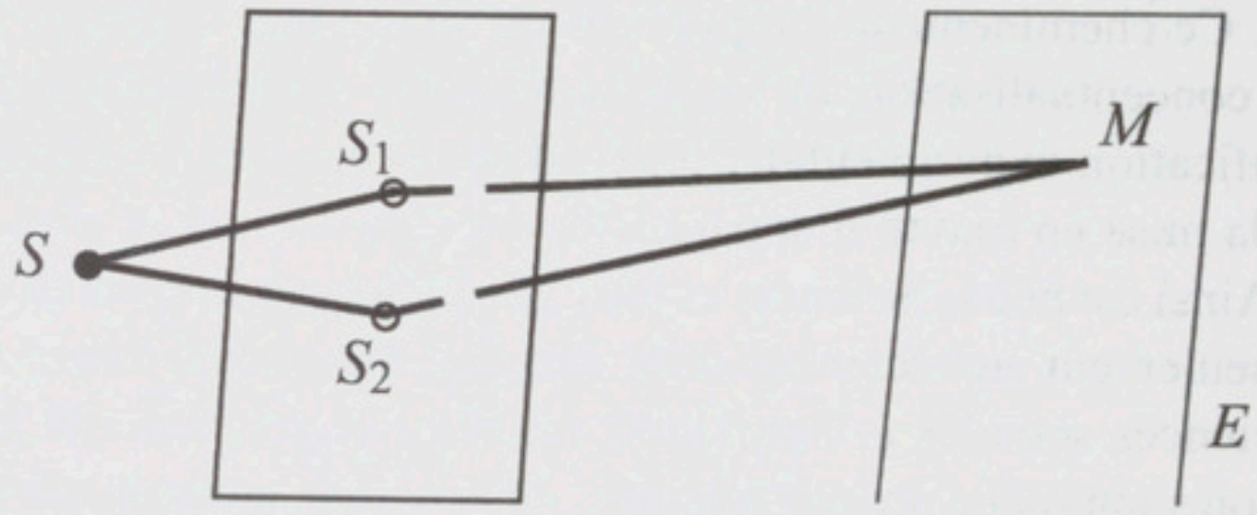


Figure 1 : Expérience d'interférences schématisée

ll est aisé d'observer des interférences lumineuses : il suffit par exemple de regarder un lampadaire à travers un voilage, on voit une figure d'interférences ; un autre exemple est constitué par les très belles irisations que l'on voit lorsque la lumière se réfléchit sur un compact disque : en certaines régions la lumière rouge par exemple est en interférences destructives (= absence de couleur rouge) et le vert par exemple en interférences constructives, cette zone apparaît de couleur verte ; ailleurs c'est le contraire, la zone correspondante apparaît de couleur rouge. Cette théorie a été confortée par les équations de James Clerk Maxwell (1831-1879) qui dans les années 1860 a montré que la lumière était une onde électromagnétique : telle était la réalité à la fin du XIXème siècle : la lumière **est** une onde électromagnétique.

La lumière est une particule (le photon)

Or en 1887 Rudolph Hertz (célèbre par la découverte des ondes hertziennes) et son élève Philip Von Lenard découvrent l'effet photoélectrique. Au début du 20ème siècle, Max Planck (1848-1957) étudie le rayonnement du corps noir et en déduit que la lu-

mière semble arriver par paquets d'énergie, chaque paquet apportant une énergie proportionnelle à la fréquence, le facteur de proportionnalité h a depuis été appelé constante de Planck. En 1905, Albert Einstein réalise que ces deux phénomènes, effet photoélectrique et rayonnement du corps noir, sont deux aspects d'un même phénomène : il affirme que la lumière est constituée de particules, les photons, en contradiction avec le caractère ondulatoire démontré à la fin du 19ème siècle. Ces résultats suscitèrent une immense controverse chez les physiciens. Ainsi Robert Millikan passa 12 ans de sa vie à imaginer des expériences afin de contredire la théorie de Einstein, pour conclure en fin de compte que Einstein avait raison (Millikan a par ailleurs obtenu le prix Nobel de physique en 1923 pour sa découverte de la valeur de la charge de l'électron). Aujourd'hui, la réalité de l'effet photoélectrique ne fait plus aucun doute pour personne, c'est ce phénomène qui est à la base du fonctionnement des cellules et photopiles solaires, qui permettent de produire de l'énergie électrique.

En 1925, cette dualité onde-corpuscule est généralisée par Louis de Broglie (1892-1987) qui émet l'hypothèse que toute onde peut se comporter comme une particule et vice versa, ce qui est confirmé expérimentalement en 1927 par Davison et Germer qui ont pu faire diffracter un faisceau d'électrons sur un monocristal, prouvant ainsi la nature ondulatoire de l'électron, jusqu'alors considéré comme une particule.

La lumière n'est ni une onde, ni une particule

Ainsi non seulement la réalité avait changé, mais encore elle se présentait sous des formes différentes suivant les conditions expérimentales !

On a parlé désormais de « dualité onde-corpuscule », admettant que dans certaines circonstances un objet pouvait se comporter comme une onde, dans d'autres circonstances comme une particule. La lumière serait donc *à la fois* une onde et une particule. En réalité, ce n'est ni l'une, ni l'autre, comme je l'ai dit dans une précédente communication à l'Académie des Sciences et Lettres de Montpellier [1]. Afin de décrire un concept, en particulier pour le transmettre à autrui, nous utilisons une représentation : les langages (français, anglais, allemand, etc.) sont des exemples de représentations, à chaque concept est associé un mot ou un ensemble de mots, qui le traduisent plus ou moins bien. Les mathématiques constituent le langage qui permet le mieux de représenter les concepts de la physique. Lorsque la lumière interagit avec la lumière, la représentation la mieux appropriée est en général la description au moyen d'ondes ; lorsqu'elle interagit avec la matière la description la mieux appropriée est celle qui utilise une représentation particulaire (photon). Cela ne signifie nullement que la lumière soit à la fois onde et particule. En réalité, la situation est analogue à celle de l'artiste à la fois musicien et peintre, qui traduirait ses émotions en composant une partition de musique et en peignant un tableau : les deux *traduisent* les émotions de l'artiste, mais ni la partition de musique ni le tableau de peinture *ne sont* ses émotions : ce sont deux *représentations* de ses émotions, l'une des deux étant plus approprié que l'autre à traduire tel ou tel état d'âme. De même, la représentation ondulatoire et la représentation corpusculaire ne sont que deux représentations du concept de lumière, la lumière n'est ni l'une ni l'autre. Ce qui a été dit pour l'onde lumineuse qui peut être représentée par une particule (photon) vaut aussi pour une particule tel l'électron qui dans certains cas peut être représentée par une onde. C'est le cas plus généralement de toute onde et de toute particule.

On découvrait ainsi que les lois du mouvement qui s'appliquent à notre échelle, et qui constituent la mécanique classique, ne sont plus du tout adaptées à la description des phénomènes à l'échelle atomique : ceux-ci sont décrits par de nouvelle lois, constituant une nouvelle branche de la physique : la mécanique quantique.

3. La non-reproductibilité : « Dieu joue aux dés »

Chacun sait que la lumière peut être polarisée. La lumière, dans sa représentation d'onde électromagnétique, est dite polarisée rectilignement si le champ électrique oscille en conservant la même direction, dans le plan d'onde perpendiculaire à la direction de propagation (tout comme une corde qui vibre suivant une direction donnée perpendiculaire à la corde).

La polarisation d'une onde électromagnétique, telle la lumière, est un phénomène couramment rencontré. Ainsi les ondes électromagnétiques utilisées en télévision terrestre (analogique ou numérique) ou par satellite, sont polarisées, en général horizontalement (d'où les antennes « râteau » horizontales). De même, la lumière du ciel est partiellement polarisée : c'est pour cette raison que les photographes utilisent des filtres polariseurs afin d'assombrir plus ou moins le ciel sur les photographies, et augmenter ainsi le contraste ou la profondeur du bleu du ciel.

Supposons qu'un faisceau lumineux soit polarisé verticalement (voir figure 2) : cela peut être aisément obtenu en interposant, sur le trajet d'un faisceau lumineux quelconque, un filtre polariseur *P* orienté verticalement. Imaginons que nous recevions ce faisceau polarisé mais que nous ignorions sa direction de polarisation : comment la déterminer ?

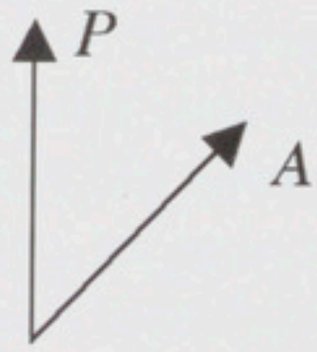


Figure 2

Il nous suffit, comme les photographes, d'interposer sur le trajet de ce faisceau polarisé, un autre filtre polariseur *A* (appelé analyseur), et de le faire tourner :

– lorsque la polarisation de l'analyseur *A* est verticale, il laisse passer toute la lumière, l'intensité lumineuse à la sortie est maximale. En termes de photons, cela signifie que l'analyseur laisse passer tous les photons ;

– lorsque la polarisation de l'analyseur *A* est horizontale, aucune lumière ne passe, il y a extinction totale, aucun photon ne traverse l'analyseur, tous sont bloqués ;

– ayant ainsi repéré la direction (verticale) de polarisation du faisceau, orientons l'analyseur à 45° par rapport à cette verticale (figure 2). Dans ce cas la moitié de la lumière passe, l'intensité lumineuse à la sortie de l'analyseur est la moitié de celle du faisceau incident. En terme de photons, cela signifie que la moitié des photons traverse l'analyseur, l'autre moitié est bloquée. En d'autres termes, un photon a une chance sur deux d'être bloqué par l'analyseur, et une chance sur deux de le traverser. Que se passe-

t-il si le faisceau incident est composé d'un seul photon ? Il a 50 % de chances de traverser l'analyseur, et 50 % de chances d'être bloqué : si l'on fait l'expérience avec un photon, il se peut qu'il passe, et si l'on répète la même expérience dans les mêmes conditions avec un second photon, il se peut qu'il soit bloqué, donc que le résultat de la seconde expérience soit différent de celui de la première expérience. De plus, si le photon traverse l'analyseur, il est polarisé suivant la direction de l'analyseur, c'est à dire que sa polarisation a changé.

Nous avons ainsi obtenu trois résultats fondamentaux qui ont été généralisés et constituent des postulats de la mécanique quantique, encore jamais mis en défaut en dépit de milliers d'expériences réalisées depuis :

1) Lorsqu'on effectue une mesure sur un système quantique, en général on ne connaît pas le résultat final, on peut trouver une valeur parmi un grand nombre de valeurs possibles, chacune avec une certaine probabilité. Cette probabilité est une caractéristique intrinsèque de la mesure, elle n'a rien à voir avec une quelconque incertitude liée à l'appareil de mesure.

2) Le résultat de la mesure modifie l'état du système.

3) La valeur moyenne des différents résultats possibles portant sur un grand nombre de systèmes quantiques (ici un faisceau lumineux constitué d'un grand nombre de photons) redonne le résultat de la mesure classique (c'est d'ailleurs en partie la démonstration expérimentale de cette transition entre la physique quantique et la physique classique qui a valu à Serge Haroche le prix Nobel de physique 2012).

Ces postulats, énoncés au début du XXème siècle, ont ébranlé les convictions des physiciens de l'époque. En effet, ils remettent en cause ce qui fait le fondement même de la science : la reproductibilité de la mesure, à tel point que Einstein lui-même, pourtant l'un des fondateurs de la mécanique quantique, n'admettait pas cette incertitude fondamentale et s'opposait à l'école de Copenhague, déclarant « Dieu ne joue pas aux dés », ce à quoi Heisenberg lui aurait répondu : « Qui êtes-vous, monsieur Einstein, pour dire à Dieu ce qu'il doit faire ? ».

De plus, le fait qu'une mesure sur un système change l'état de ce système fait que l'on ne *peut pas* cloner l'état quantique inconnu d'un système. Le théorème de non-clonage est la base des techniques de cryptographie quantique, qui se développent aujourd'hui considérablement tant à cause des enjeux militaires (secret des transmissions) que civils (sûreté des transferts bancaires, etc.).

Nous voici donc une nouvelle fois en présence de deux réalités différentes :

– à l'échelle humaine (nous dirons « macroscopique »), les résultats scientifiques sont reproductibles (c'est d'ailleurs la raison pour laquelle on peut les qualifier de scientifiques !) ;

– à l'échelle atomique, les résultats sont intrinsèquement non reproductibles : c'est une nouvelle vérité qu'il nous faut accepter.

Ainsi le monde n'est pas déterministe, au moins à l'échelle atomique, c'est à dire à son niveau fondamental : il se construit à partir du hasard. Non pas même le hasard des dés selon la boutade d'Einstein : lorsqu'on jette les dés, on peut imaginer que, si l'on connaissait tous les paramètres du lancer de dés, on pourrait prédire le résultat. Ici il s'agit d'un hasard beaucoup plus fondamental, un hasard intrinsèque, inhérent au processus même qui engendre un résultat totalement imprévisible. Notons d'ailleurs que ce hasard totalement inattendu est peut-être ce qui nous rend libre, puisque dans un monde parfaitement déterministe nous serions totalement privés de liberté.

4. La non-localisation

Un système dans un état délocalisé

Un système mécanique classique s'inscrit clairement dans un repère pré existant, l'espace à trois dimensions que nous connaissons : dans un tel repère, qui est le même pour tous, on peut disposer des objets et les mettre en mouvement en leur appliquant des forces. La connaissance de l'état du système permet d'obtenir la valeur de toutes les observations que l'on peut faire sur ce système : position, vitesse, énergie cinétique, énergie potentielle, énergie totale, etc.

Tout comme en mécanique classique, l'état du système en mécanique quantique doit décrire tous les aspects du système, afin de prévoir les résultats des expériences que l'on peut réaliser. Cependant, contrairement à la mécanique classique, il est maintenant impossible de déterminer de manière absolue les résultats de mesures des grandeurs physiques, on peut seulement avoir accès à la probabilité de trouver tel ou tel résultat. Il faut donc en mécanique quantique dissocier l'espace des états qui décrit le système, des observations qu'il est possible de faire sur ce système.

On postule donc que l'ensemble des états accessibles à un système quantique constitue un espace vectoriel, l'espace des états, qui est attaché au système, et qui n'a rien à voir avec l'espace tridimensionnel dans lequel nous évoluons. Il est très important d'insister sur le fait que, alors qu'un système classique est plongé dans un espace préexistant, l'espace des états d'un système quantique ou d'une particule est attaché au système et n'a rien à voir avec l'espace dans lequel nous vivons. Cet espace des états est parfaitement délocalisé. Ce n'est cependant pas seulement une construction mathématique. C'est aussi une réalité physique. Ainsi par exemple, l'ensemble des états vibratoires d'un violon est constitué par l'ensemble des sons que peut faire entendre ce violon, que l'on peut considérer comme une combinaison des sons que peuvent émettre ses différentes cordes : il s'agit là d'un espace vectoriel, que l'on ne voit pas, mais que l'on entend, et qui caractérise le violon en question. Cet ensemble d'états vibratoires porte même un nom, c'est le timbre de l'instrument. Ce timbre est associé à l'instrument lui-même, le timbre d'un violon est différent de celui d'un piano, il est même différent de celui d'un autre violon. De plus, il est indépendant de la localisation géographique de l'instrument, il est le même à Paris et à New York.

De la même manière, l'espace des états d'un système quantique est lié au système lui-même et n'a rien à voir avec la localisation spatio-temporelle de ce système, il est localisé là où se trouve le système.

États intriqués et « transmission de pensée »

Deux particules sont dans un état intriqué si l'état du système constitué par ces deux particules est tel qu'une action quelconque sur une particule se traduit par une modification de l'état de l'autre particule.

L'image que l'on peut se faire d'un tel système est celle d'un haltère, constitué de deux disques reliés par une barre, à ceci près que dans un système quantique la liaison n'est pas matérielle. Toute rotation imprimée à un disque entraîne *instantanément* une rotation de l'autre disque.

Considérons deux particules (1) et (2) (par exemple deux photons) comportant deux états de base (par exemple les polarisations verticale et horizontale). Ces photons sont polarisés, mais nous ne savons pas dans quelle direction. Si nous mesurons cette po-

larisation sur le photon (1) avec un filtre polariseur, nous pouvons trouver soit le résultat *V* (polarisation verticale) avec une certaine probabilité qui dépend de la direction de polarisation initiale du photon, soit le résultat *H* (polarisation horizontale) avec la probabilité complémentaire. Si les deux photons sont indépendants, le résultat trouvé sur un photon ne dépend pas du résultat trouvé sur l'autre. Imaginons qu'il soit possible de construire le système de deux particules (1) et (2) dans un état intriqué, c'est à dire de lier les deux photons, de telle sorte par exemple que si la mesure de polarisation de l'un donne le résultat *V*, la polarisation de l'autre soit *H*. Supposons de plus qu'il soit possible de séparer physiquement les deux particules (1) et (2) en conservant le système dans cet état. Un opérateur dénommé Alice va effectuer une mesure sur la particule (1), et un autre opérateur dénommé Bob va, à une grande distance d'Alice, effectuer une mesure sur la particule (2). Avant d'effectuer la mesure, Alice et Bob savent que la particule sur laquelle portera leur mesure est dans un état intriqué, mais ni l'un ni l'autre ne savent quel sera le résultat de la mesure qu'ils vont effectuer, ils savent que chacun a par exemple 50 % de chances de trouver le résultat *V* et 50 % de chances de trouver le résultat *H*. Supposons qu'Alice effectue la mesure et trouve le résultat *H*, alors la particule de Bob se mettra *instantanément* dans l'état *V*, de sorte que si Bob effectue sa mesure il trouvera le résultat *V*, même si la mesure de Bob est effectuée immédiatement après la mesure d'Alice, c'est à dire après un laps de temps inférieur au temps de parcours de la lumière entre les sites d'Alice et Bob : cela signifie que l'intrication entre les deux particules est non locale.

On peut comparer ce problème à celui de deux voyageurs : un système est constitué d'une boule rouge et d'une boule blanche. Une boule est placée dans la valise d'Alice qui part en voyage pour une destination A, l'autre dans la valise de Bob qui part pour la destination B. Ni Alice ni Bob se connaissent la couleur de la boule qu'ils emportent, ils savent seulement qu'une boule est blanche, l'autre est rouge. Arrivés à destination, Alice ouvre sa valise : avant de l'ouvrir, elle sait qu'elle a 50 % de chances de trouver une boule rouge, 50 % de chances de trouver une blanche. Mais si elle y trouve une boule blanche, elle sait que Bob a une boule rouge et vice versa.

En réalité le problème quantique est très différent : dans le problème des voyageurs, dès le départ chaque boule est identifiée : celui qui a construit le système (= mis les boules dans les valises) sait quelle boule trouvera Alice et quelle boule trouvera Bob. Dans le cas d'une paire de boules quantiques intriquées au contraire, chaque particule n'est pas dans un état bien défini, mais dans un mélange d'états. En d'autres termes, pendant le voyage d'Alice et Bob, chacune des deux boules n'est ni rouge, ni blanche, toutes deux sont « roses » : c'est l'ouverture de la valise par Alice qui force la boule d'Alice à prendre la couleur blanche, et cette action force *instantanément* la boule de Bob à prendre la couleur rouge. Mais si Alice répète son expérience, c'est à dire ouvre une nouvelle fois la valise, cette observation forcera peut-être sa boule à prendre la couleur rouge, alors la boule de Bob prendra *instantanément* la couleur blanche. Tout se passe comme si la « pensée » d'Alice s'était transmise à Bob qui réagit en conséquence. Le point important est que cette transmission s'effectue de façon *instantanée*, donc à une vitesse supérieure à celle de la lumière, et cela quelle que soit la distance qui sépare Alice de Bob.

Bien qu'il fût l'un des initiateurs de la mécanique quantique, dès les années 1920 Einstein s'est opposé à Niels Bohr [2] sur l'interprétation à donner à la théorie quantique. Ce débat a duré jusqu'à la fin de leurs vies, se concentrant à partir de 1935 sur

la question soulevée par un fameux article d'Einstein, Podolsky et Rosen [3] sur les propriétés surprenantes des états intriqués (appelés aussi pour cette raison états EPR). Einstein n'admettait pas que des mesures effectuées sur une particule puissent se répercuter *instantanément* sur une autre particule distante de la première, donc à une vitesse supérieure à celle de la lumière. Ces propriétés tout à fait surprenantes ont depuis les années 1990 été confirmées expérimentalement, par des expériences réalisées sur des états intriqués entre particules ou photons distantes de plus de 200 km ! Elles résultent du fait que l'état d'un système quantique est délocalisé et n'a aucun lien avec l'espace tridimensionnel dans lequel nous vivons. Chose plus extraordinaire encore, en 2012, des cristaux à base d'ytterbium et de néodyme, de dimension visible à l'œil nu, gros comme des morceaux de sucre, ont pu être intriqués par l'équipe suisse de Nicolas Gisin de l'Université de Genève ; plus exactement, un milliard d'atomes d'un cristal a pu être intriqué avec un milliard d'atomes de l'autre cristal. On est encore loin de pouvoir intriquer des morceaux entiers : à titre d'exemple, un gramme de fer contient 10 000 milliards de fois plus d'atomes que ceux intriqués par l'équipe suisse. Ces expériences ouvrent des perspectives considérables.

– elles nous montrent que non seulement la réalité est différente de ce que nous observons ou de ce que nous mesurons, ce que nous savions déjà, mais encore que la réalité est dans certains cas fondamentalement inaccessible : l'observation portant sur une des deux particules d'un système intriqué détruit l'état du système (on dit qu'il y a décohérence) et donc ne nous permet pas d'appréhender l'état de ce système.

– elles démontrent que nous sommes confrontés à une nouvelle réalité jusqu'alors inconcevable : différents éléments d'un système peuvent ne pas être indépendants même s'ils sont très éloignés l'un de l'autre.

– elles ouvrent la voie à des expériences fabuleuses telles la téléportation, déjà réalisée sur des objets atomiques.

5. Le don d'ubiquité des particules quantiques

Être au même instant à plusieurs endroits différents : voici un beau thème de science fiction. Hé bien, nos particules-ondes semblent posséder cette surprenante propriété !

Reprenons l'expérience d'interférences, schématisée sur la figure1 : une source lumineuse S éclaire un écran percé de deux trous S_1 et S_2. Sur l'écran E apparaissent des franges d'interférences alternativement claires et sombres. Si nous raisonnons en termes de photons, cela signifie que les différents photons issus de la source se répartissent sur l'écran en certains points privilégiés, et qu'il est des endroits (les franges sombres) où n'arrive aucun photon. Ainsi, si nous envoyons un seul photon, il ne frappera pas l'écran en un point d'interférences destructives : il *sait* que certaines zones de l'écran lui sont interdites. Si au contraire nous bouchons un trou, S_2 par exemple, tous les photons iront éclairer « normalement » le point de l'écran se trouvant sur la droite SS_1. Cette expérience a été effectivement réalisée avec des ondes lumineuses, puis des photons émis un à un (avec un dispositif plus élaboré, un interféromètre de Mach-Zehnder). Fait encore plus surprenant, ce même type d'expériences a été réalisé en 1999 par un groupe de chercheurs autrichiens [4] avec des molécules chimiques, du fullerène C_{60} qui a la forme d'un ballon de football de 0,7 nm de diamètre.

Selon Richard Feynman, l'expérience qui vient d'être décrite « renferme en elle

tout le mystère de la mécanique quantique ». Ce fait a constitué une révélation pour les physiciens : il signifie qu'une particule individuelle arrive à interférer avec elle-même, en d'autres termes la nature ondulatoire d'une particule n'est pas seulement une propriété d'un faisceau ou d'un grand nombre de particules, c'est une propriété de chaque particule. Comment interpréter le fait qu'une particule quantique « sait » où elle doit aller et où ne pas aller ? Justement par le fait que sa trajectoire n'est pas définie, ce qui ne signifie pas qu'il n'y ait pas de trajectoire. Au contraire, d'après Feynman, la particule explore *toutes* les trajectoires possibles, et elle le fait de façon *simultanée* (sinon il faudrait admettre que la particule soit en plus dotée de mémoire !) : celles passant par une fente, par l'autre, revenant par la première, faisant le tour du soleil, voire visitant l'Univers entier, etc., bref une infinité de trajectoires : c'est le seul moyen qu'a la particule de savoir s'il y a une fente, deux fentes ou plus. Lorsqu'il y a deux fentes, les trajectoires passant par la première peuvent interagir avec celles passant pas la seconde, créant ainsi des interférences. En d'autres termes la particule est partout à la fois ! Voici qui ressemble à s'y méprendre à de la science fiction, et pourtant ce n'en est pas !

Que faut-il en déduire : que la conception que nous nous faisons d'une particule est fausse ? Que la représentation particulaire est inadaptée à la description de ce type de comportement ?

6. Conclusion : la réalité modèle-dépendant

Fallait-il attendre la mécanique quantique, la seconde moitié du XXème siècle et la formulation de Feynman pour imaginer qu'un photon par exemple (ou toute autre particule « quantique ») était délocalisé dans l'espace et pouvait explorer simultanément toutes les trajectoires possibles pour choisir celle qui lui convenait (c'est à dire celle qui correspond à un maximum de probabilité) ? Curieusement non !

C'est en 1687 qu'Isaac Newton, formalisant les idées de Galilée (1564-1642) et en tirant toutes les conséquences, a énoncé les deux principes fondamentaux de la mécanique classique dans le premier volume de son *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, affirmant par ailleurs « Si j'ai vu plus loin que les autres, c'est parce que j'ai été porté par des épaules de géants. » (sous-entendu : Galilée).

Mais en 1657 Pierre de Fermat, (1601-1665) avait énoncé un principe, publié en 1662 dans son mémoire « *Synthèse pour les réfractions* », selon lequel « La lumière se propage d'un point à un autre sur des trajectoires telles que la durée du parcours soit localement minimale », se fondant sur un principe moral : « La nature agit toujours par les voies les plus courtes et les plus simples ». En 1740, Pierre Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759) en complète la conception en créant le principe de Maupertuis qui, une fois peaufiné par Euler puis en 1788 par Joseph Louis Lagrange (1736-1813), devient le *principe de moindre action*, encore en vigueur aujourd'hui. La plupart des équations fondamentales de la physique peuvent être formulées à partir de ce principe. C'est notamment le cas en mécanique classique (Hamilton 1827 puis Jacobi 1840), en relativité générale (Hilbert 1916) et en théorie quantique des champs (1942 : Feynman utilise ce principe pour retrouver l'équation de Schrödinger).

Ce principe stipule que, pour aller d'un point A à un point B, une particule emprunte le trajet tel que l'intégrale sur la durée du trajet de la quantité $T - U$, où T est l'énergie

cinétique et U l'énergie potentielle, est extrémale (minimale ou maximale). Puisque la loi fondamentale de la dynamique peut se démontrer à partir du principe de moindre action, celui-ci a été considéré au début seulement comme une formulation mathématique, équivalente à celle de la mécanique classique. Néanmoins la signification physique qu'il sous-tend est très forte, elle a donné lieu à des interprétations telle que « la particule teste tous les chemins possibles avec des probabilités différentes » [5]. En effet, c'est comme si un conducteur de voiture, pour aller d'un point A à un point B, utilisait le chemin lui permettant de consommer le moins de carburant possible : comment pourrait-il le faire sans explorer auparavant tous les chemins possibles ?

Aujourd'hui nous nous faisons de la mécanique classique, grâce à Newton, l'image d'objets tirés par des forces et dont les déplacements successifs construisent la trajectoire. Mais imaginons un instant que Newton n'ait pas existé, que les lois de la mécanique newtonienne n'aient pas été découvertes, et que la formulation et l'étude de la mécanique aient commencé avec l'énoncé du principe de moindre action. Les scientifiques de l'époque auraient alors *nécessairement* été conduits à imaginer que, pour savoir quelle trajectoire emprunter pour aller de A vers B, la particule classique était obligée d'explorer de façon instantanée et en même temps, l'infinité de toutes les trajectoires possibles, seule manière pour elle de choisir celle qui convenait, satisfaisant au principe de moindre action ! La réalité classique aurait donc été pour nous le modèle quantique de Feynman. Un jour peut-être, un autre formalisme, une autre réalité, remplacera celle résultant du modèle quantique de Feynman.

La mécanique classique nous avait permis de découvrir et de calculer des trajectoires, la mécanique quantique nous apprend que la trajectoire n'existe pas, qu'on peut seulement connaître la probabilité de trouver une particule à un endroit, et qu'en même temps chaque particule explore toutes les trajectoires possibles pour aller d'un point A à un point B afin de choisir celle qu'elle emprunte effectivement ! Et d'ailleurs on ne sait même plus ce qu'est une particule, puisque cela peut aussi bien être une onde.

A la fin du XIX^{e} siècle, une réalité s'était imposée : l'existence de l'éther, sorte de fluide interplanétaire nécessaire à la propagation des ondes lumineuses. Puis les modèles de propagation des ondes électromagnétiques ont démontré l'inutilité de ce fluide, une nouvelle réalité s'est imposée : l'existence du vide intersidéral, dont la théorie quantique des champs a ensuite démontré qu'il n'existait pas et qu'il fluctuait.

De même s'était imposée à nous, via le modèle newtonien, la réalité de la masse d'un corps, quantité intrinsèque accessible à la mesure. Aujourd'hui, avec la découverte du boson de Higgs, va s'imposer une autre réalité : le fait que la masse n'est pas une propriété intrinsèque de la matière, mais résulte de l'interaction de la matière avec un fluide constitué de bosons, c'est à dire de particules associées à des ondes qui remplissent le vide interstellaire, en quelque sorte une nouvelle conception de l'éther, non plus support des ondes qui nous entourent, mais constitué par ces ondes (ou ces particules) elles-mêmes ! D'ailleurs, comment s'étonner d'être immergés dans un champ de bosons de Higgs, puisque sans nous en rendre compte nous sommes déjà plongés dans les champs de photons (qui sont des bosons), constitué par toutes les ondes électromagnétiques issues des sources d'émission lumineuses, radio, télévision, téléphone, etc. ?

Ainsi, ce que nous considérons comme étant la réalité n'est en aucun cas la vérité, c'est à dire une propriété intrinsèque, que nous pouvons plus ou moins bien appréhender et comprendre. La réalité est seulement l'image que nous nous faisons du monde qui nous entoure, image liée au modèle que nous utilisons pour interpréter nos obser-

vations et nos expériences : c'est une réalité-modèle-dépendant, par opposition à la réalité-vérité que probablement nous n'atteindrons jamais.

En somme, la seule chose dont nous soyons sûrs, c'est que nous ne sommes sûrs de rien.

Références :

[1] Nougier J.P., « nanomonde, nanotechnologies », *Bull. Acad. Sc. Lett. Montpellier*, **38**, 245-266 (2007).

[2] Bohr N., « Can Quantum Mechanical description of physical reality be considered complete ? », *Phys. Rev.*, **48**, 696 (1935)

[3] Einstein A., Podolsky B., Rosen N., « Can Quantum Mechanical description of physical reality be considered complete ? », *Phys. Rev.*, **47**, 777 (1935)

[4] Arndt M., Nairz O., Voss-Anreae J., Keller C., van der Zouw G., Zeilinger A., « Wave-particle duality of C_{60} », *Nature*, Vol. 401, 680-682 (1999)

[5] Martin-Robine F., *Histoire du principe de moindre action*, éd. Vuibert (2006), p. 209.

LE PROGRÈS DES NOUVELLES TECHNOLOGIES DE COMMUNICATION : MENACE OU CHANCE ? VERS UNE INTELLIGENCE « COMMUNE »

par

Marie-Jeanne COUTAGNE de l'Académie d'Aix-en-Provence

Le progrès, oui mais…

Chacun hésite aujourd'hui à figurer dans le lot des détracteurs du progrès, comme ceux qui craignaient, jadis, que le train ne les déforme ou ne les désosse, ou que la photographie n'enlève leur âme. Tout progrès technologique déconcerte, perturbe, affole même, surtout si les nouvelles techniques envahissent notre quotidien et deviennent indispensables. La peur qu'inspirent les nouvelles technologies de communication est vieille comme l'Internet. Dès 1995, des ingénieurs d'Intel tentaient de contrôler la rapidité de diffusion de ces techniques et d'édicter des règles de bonne conduite : si les écrans ne créent pas directement de la souffrance, leur mésusage l'engendre. Ils sont devenus le nouveau symptôme de nos névroses contemporaines autour du triptyque « vitesse, performance, hédonisme ».L'Académie des Sciences a d'ailleurs publié plusieurs avis prudents sur « l'enfant et les écrans », puisque les enfants, fascinés par les nouvelles «images» s'approprient très rapidement ces techniques que les adultes peinent à apprendre et à maîtriser avec souplesse!.

Au demeurant ne créons-nous pas, à l'aide de ces technologies ultraperformantes, un monde virtuel peuplé de simulacres —parfois plus réels que le réel (y a-t-il d'ailleurs une consistance du «réel»?)— aptes à nous leurrer, et à nous contraindre de rester dans la caverne des images, au lieu de nous aider à nous en libérer??

Ce qui est particulièrement significatif, c'est l'apparition d'une angoisse spécifique, liée à ces nouveaux outils, et qui exprime l'appréhension devant des techniques qui, si elles soutiennent la diffusion de l'information et des savoirs, menacent peut-être nos manières de penser, voire la pensée humaine, comme humaine. Si la conscience et l'intelligence s'appuient sur des «procès», qui engagent des connections neuronales, ne sommes nous pas en train de forger de nouveaux «mécanismes» de pensée, déroutants, qui donneraient à notre réflexion une inflexion dont on ne peut encore dire si elle peut être définitive, et surtout si elle est nocive ou favorable à un réel développement de l' esprit !

C'est l'objet de notre modeste contribution, qui entend se situer sur la ligne de fracture de ces nouvelles frontières et entend, non sans rapidement évoquer les dangers incontestabes, se prononcer au contraire en faveur d'une nouvelle manière de penser et d'une intelligence proprement collaborative, voire «collective».

Un monde simplifié...

Qui n'a pas renoncé à utiliser un numéro de hotline, pourtant nécessaire si l'on veut atteindre un cabinet médical, un opérateur téléphonique qui puisse dépanner, une service administratif dont on dépend ? L'attente est interminable et on se trouve renvoyé d'un service à un autre, celui qui appelle étant alors invité à taper sur la touche 1, 2 ou 3, tout en n'oubliant pas de confirmer en appuyant ... sur la touche étoile!

Nécessité technique ou cynisme des différents opérateurs, la démarche est envahissante ! Elle contribue à cette élémentarisation de l'humain que de nombreux observateurs dénoncent avec vigueur.

C'est à partir de cette colère rentrée de l'homme moderne, confronté à l'uniformisation que dénoncaient déjà *Les Temps Modernes* de Charlie Chaplin, que Jean-Michel Besnier, dans son récent livre *L'Homme simplifié . Le Syndrome de la touche étoile*, (Fayard 2013), dresse un impitoyable constat. Si toute cette éblouissante technologie, si simple n'avait pour finalité que de nous aliéner, en nous «simplifiant» à notre tour ? Si ces smartphones, tablettes, Netbooks et ordinateurs n'étaient que des instruments standardisés à l'extrême pour contraindre nos vies à de simples stimuli répétitifs ?

Sommes nous inconsciemment en train de devenir de simples doigts manipulateurs, attendant notre «becquée numérique» quotidienne ? Notre cerveau broyé par ces messages réducteurs, destinés d'abord aux consommateurs que nous sommes, n'aurait plus comme seule fonction que de s'en remettre à des substituts robotisés pour survivre ? Ainsi seraient favorisés ceux qui sont aptes à adopter des comportements d'ordre mécanique, appauvris dans leur forme comme dans leur contenu, chacun devenant alors simple émetteur-récepteur d'informations dont le sens importe moins que leur multiplication. D'aucuns vont même jusqu'à évoquer l'envahissement dans notre quotidien du Syndrome d'Asperger[1], cette forme particulière d'autisme chez des individus d'intelligence normale. Chez ces autistes particuliers, les émotions sont réduites, les mots ne sont compris qu'univoquement, et les images, du moins les signaux d'ordre sociaux non verbaux, sont pour eux quasi seuls signifiants. Soucieux d'habitudes et de règles qui encadrent leur quotidien,fragiles et confrontés à ce qui est sans cesse source de précarité, intellectuelle ou sociale, ils sont pourtant capables de certaines performances, et d'utiliser de l'aide pour progresser.

---

[1] C'est un psychiatre autrichien, le Dr Hans Asperger, qui décrivit le premier en 1944 des troubles du comportement chez des enfants dont le développement de l' intelligence et du langage, était normal mais qui présentaient une déficience signifiante dans les interactions sociales et la communication. Il appela ce trouble «psychopathie autistique » Mais comme l'Autriche faisait partie à ce moment de l'Allemagne nazie en guerre, ses travaux restèrent lettre morte. En 1981, une pédopsychiatre anglaise, Lorna Wing s'intéressa aux travaux d'Asperger, entre autres, et proposa une définition du syndrome d'Asperger, avec cas à l'appui. La nomenclature psyciatrique internationale a répertorié ce syndrome officiellement en 1991.

Sommes-nous donc en train de nous «aspergiser», d'autant qu'il existe une certaine parenté de fonctionnement entre le cerveau autiste et l'ordinateur : la machine ne peut répondre qu'à des ordres univoques; elle est en somme incapable d'adaptation et de correction, ce qui la conduit à des impasses souvent absurdes! L'autiste, ne sachant lui aussi utiliser le contexte et s'y adapter avec agilité, a besoin de consignes précises qui le rassurent !

Où l'on voit ici l'une des origines de nos peurs, lesquelles sont évidemment induites par la nature même des progrès que nous générons.Au point qur l'autiste sans cesse menacé d'être exclu d'une société dont il ne mesure pas les enjeux et la difficulté, est aussi comme la figure même de toutes nos exclusions psychologiques, sociales et intellectuelles !

Ou au contraire de plus en plus complexe...

Si les risques d'un élémentarisation et d'une simplification sont bien réels, néanmoins avec les nouvelles technologies de l'information et de la communication, c'est l'irruption de la complexité qui s'impose. Désormais pour l'homme, être vivant c'est bien participer de manière consciente à un large système de communication, ou plutôt, par la prolifération des machines à communiquer, à l'interconnexion de systèmes reliés entre eux, facteur fondamental de l'évolution de notre planète.

Certes on peut aussi remarquer que de moins en moins de personnes s'adressent finalement à de plus en plus d'utilisateurs, lesquels sont souvent comme nous venons de l'évoquer de simples exécutants. Pourtant, si les dérives sont évidentes et dangereuses, dès les années 60, N.Wiener, dont on oublie souvent les travaux pourtant décisifs et inaugurateurs, alertait sur ce point avec force : la cybernétique, science du contrôle et des communications vise à nous permettre d'accompagner le progrès technologique et de nous repérer dans un monde de plus en plus « complexe »au sens fort du terme. La complexité, si chère à Edgar Morin, en effet, particulièrement en informatique et en robotique, fait jouer pleinement les relations entre le tout et les parties d'un système, suggérant un va et vient «en boucle» pour réunir la connaissance du tout et celle des parties. À un principe de réduction qui dominait encore jusqu'à peu, on est contraint aujourd'hui de substituer un autre principe qui met en valeur la relation d'implication mutuelle tout-parties.

Au demeurant la machine se révèle capable de capacités de réponse, voire d'«intelligence» comme si l'homme et la machine partageaient, ponctuellement, la pensée quand celle-ci est un processus organisationnel et universel. Certes l'homme reste bien le constructeur et le « créateur« de la machine qui ne doit jamais le déposséder de sa responsabilité : telle était déjà l'une des leçons du film exceptionnel de Stanley Kubrick : *2001 ou l'odyssée de l'espace(1968)* ! Il faut alors en revenir à l'élément constant et fondamental de toute communication, l'information dont le traitement fait d'ailleurs appel à des données quantitatives et des mesures selon des modes statistiques et mathématiques sophistiqués.

Le monde virtuel dans lequel, grâce à nos «machines», nous nous mouvons désormais, et qui nous conduit parfois à ne plus pouvoir le distinguer d'avec le monde réel, repose sur des lois physiques mises en oeuvre par des calculs gigantesques. Le

monde dans lequel nos ordinateurs nous introduisent est écrit, comme l'affirmait Galilée pour notre monde, en «langage mathématique»! Ils ne sont peut-être que l'expression matérielle (et immatérielle) d'une structure mathématique qui régit (au moins en partie)le monde comme nos machines, en somme d'une intelligence !

Ainsi non seulement tout utilisateur d'un ordinateur, d'une tablette, d'un smartphone peut avoir accès à toutes les informations et connaissances de l'humanité mais il utilise, pour cela, souvent à son insu, des lois intelligibles qui révèlent une intelligence à laquelle il participe. Comme si chacun avait à sa disposition une puissance intellectuelle, de nature mathématique qui paraît presque sans limite, et qui lui permet de créer un «nouveau monde»[2] comme de se relier à tous ceux qui disposent d'une connexion au réseau.Une seule famille de langage permet à tous les ordinateurs de dialoguer ensemble, et d'être au moins récepteur ou client, au mieux acteur de ce dialogue, dont les effets nocifs (cf le *cloud computing* et les problèmes de stockage et d'utilisation d'énergie, sans oublier le «consumérisme» effréné, qui encadre souvent l'utilisation de ces technologies) n'annulent nullement, nous semble-t-il, l'avancée décisive qui est ici réalisée.

Vers une intelligence collective...

Ainsi donc, grâce à la technologie, l'intelligence est comme redistribuée partout où est l'homme et elle peut être facilement interconnectée. Tout se passe comme si le cerveau mécanique venait assister le cerveau intellectuel humain.

Peut-on imaginer toutefois une intelligence unique, vivant de ces connexions multiples et continues, qui puisse être l' expression d'une unité pensante ? Certains vont jusqu'en ce point autant déconcertant, enthousiasmant qu'inquiétant sans doute. Ainsi Pierre Lévy dans son livre: *L'intelligence collective.pour une anthropologie du cyberespace.* (La Découverte, 1994), a osé divulger cette vision.

Lévy déplace et renverse les données d'une ancienne théologie néo-aristotélicienne médiévale, où l'Intellect dit Agent exprime le lien entre Dieu et les hommes, par le truchement d'une conscience commune et collective, qui rend efficace les esprit humains individuels et habituellement séparés les uns des autres. Lévy remplace en effet l'analyse théologique par une réflexion purement anthropologique. Dessinant une sorte d'utopie sociale, à caractère quasi eschatologique, il suppose que les intelligences des individus participant de cette Intelligence «connectée ou connective», sont stimulées et accomplies par l'intermédiaire de cette Intelligence en réseau.

Toutefois comment éviter que cette Pensée unifiée ne fonctionne comme une «pensée unique», réductrice de toute originalité et de toute différence, ce que bien des détracteurs de la «Toile» pointent non sans raison!

Là est le défi qui puisse envisager cette intelligence comme commune, plus que collective, c'est-à-dire non collectiviste, ni dépersonnalisante[3] !

---

[2] Qui ne se réduit pas à la production de « simulacres »

[3] Cf A.SPADARO « Penser théologiquement le sens du réseau. P. Teilhard de Chardin et les défis de l'intelligence collective » (Paris, 2013, article à paraître).

Or Pierre Teilhard de Chardin, pourtant mort en 1955, a anticipé ce défi et tenté d'y répondre, en particulier dans son maître livre: *Le Phénomène Humain* (Seuil, 1955). Pensant l'histoire du monde dans une perspective (et une prospective) d'évolution depuis l'aube de l'humanité, Teilhard souligne que nous en sommes arrivés à une étape décisive: poussés par une vague de participation, qui nous oriente dans le sens d'une plus grande convergence, une conscience émerge, qui engage tout homme (et tout l'homme), et qui est formidablement secondée par ces étonnantes machines qui augmentent la vitesse de notre pensée et qui préparent une révolution dans le domaine de l'intelligence.Teilhard parle alors de «noosphère», sphère de l'intelligence, de la pensée et du savoir.

La noosphère naît grâce à la montée de conscience des individus au fur et à mesure de leur maturation, depuis l'apparition du vivant jusqu'à nos jours, mais se développe par la naissance d'organisations « humanisantes » telles que les lois, les notions d'éthique, la politique, la culture, les organisations humanitaires, etc..., et s'appuie sur le réseau pour atteindre un seuil qualificatif nouveau. En effet une solidarité de fait se dessine indubitablement et Teilhard envisage, dans le cadre de ce qu'il nomme alors «planétisation» (et que nous appelons «globalisation» ou mondialisation) une unification croissante des activités intellectuelles (voire « spirituelles »), de même que les activités humaines se sont unifiées dans les cadres des sociétés et des civilisations, ou celle des cellules dans les organismes !

Tout se passe comme si Teilhard avait donc théorisé, il y a plus de conquante ans, la notion de «système technologique planétaire», esquissant la constitution d'un «système nerveux» planétaire, et concomitamment d'une intelligence interconnectée, qu'il voyait paradoxalement en voie de personnalisation, reliant par les réseaux de communication les personnes, et contribuant à former un Esprit de la Terre, celle-ci par sa rotondité et sa finitude, conduisant les hommes, par une sorte d'inévitable «compression», à sans cesse davantage se rapprocher les uns des autres, sans pour autant se confondre les uns avec les autres...!

Des ombres à l'espoir... vers l' « Homo progressivus » !

On a parfois reproché à Teilhard un certain optimisme: pourtant cette appréciation ne rend pas compte de la profondeur de sa réflexion développée au moment de la Seconde Guerre Mondiale et au coeur de la «*souffrance et du scandale de l'heure !* »

Son «optimisme tragique» ne méconnaît ni les risques d'une pensée collectivisante, voire totalisante, ni la face sinistre de nos progrès. Mais la marche de l'évolution, loin de s'égarer dans des directions multiples, qui risquent de se perdre en chemins de traverse, loin aussi d'être linéaire et sans à-coups, révèle une dialectique qui est celle même du progrès, et que les nouvelles technologies révèlent tout en l'accélérant incontestablement !

À chacun de nous, alors, d'assumer nos responsabilités, spirituelles, éthiques et politiques, les plus difficiles et les plus hautes pour accompagner ce mouvement, rapprocher les consciences, pour vaincre les forces toujours possibles de désagrégation

ou de fusion mortifère! Au fond ce qui importe, n'est-ce pas ce qu'avec Teilhard on pourrait nommer l' «*Homo progressivus*», c'est-à-dire un homme pourqui l'avenir importe autant et peut-être plus que le présent, et qui pourra se considérer de plein droit, comme un ouvrier de la Terre ?

Nos nouvelles machines permettent d'envisager que se réalise de plus en plus et de mieux en mieux cette étape décisive de la mondialisation, porteuse plus d'espoirs que de peurs :

« *En vertu d'une merveilleuse puissance montante incluse dans les choses, chaque réalité atteinte et dépassée nous fait accéder à la découverte et à la poursuite d'un idéal de qualité spirituelle plus haute. Pour qui tend convenablement sa voile au souffle de la terre, un courant se décèle qui force à prendre toujours la plus haute mer. Plus un homme désire et agit noblement, plus il devient avide d'objets larges et sublimes à poursuivre. La seule famille, le seul pays, la seule face rémunératrice de son action ne lui suffisant bientôt plus. Il lui faudra des organisations générales à créer, des voies nouvelles à frayer, des causes à soutenir, des vérités à découvrir, un idéal à nourrir et à défendre. Ainsi, peu à peu, l'ouvrier de la Terre ne s'appartient plus. Petit à petit, le grand souffle de l'Univers, insinué en lui par la fissure d'une action humble mais fidèle, l'a dilaté, soulevé, emporté.* [4]

[4] P. TEILHARD DE CHARDIN, *Le Milieu Divin, Oeuvres Complètes, tome 4*, (Paris, Seuil, 1957, p. 65

RÉVOLUTION INFORMATIQUE ET COMMUNICATION

par

Denis de BRUCQ de l'Académie de Rouen

INTRODUCTION

Dans cet exposé, nous allons préciser des découvertes scientifiques en nous restreignant au rôle de quatre savants, à l'origine de la révolution informatique et de la communication. A la suite de Herbert Marshall MAC LUHAN, spécialiste de l'histoire de la communication connu pour son livre : « La Galaxie Gutenberg », rédigé en 1962, il faut comparer les années que nous vivons avec celles suivant la découverte de l'imprimerie par GUTENBERG. Reprenons une citation de Johannes GUTENBERG en 1455 : « Dieu souffre parce qu'une grande multitude ne peut être atteinte par la parole sacrée. La vérité est captive dans un petit nombre de manuscrits qui renferment des trésors. Brisons le sceau qui les lie, donnons des ailes à la vérité, qu'elle ne soit plus manuscrite à grands frais par des mains qui se fatiguent, mais qu'ils volent multipliés par une machine infatigable et qu'ils atteignent tous les hommes. »

Les découvreurs de sciences nouvelles :

Claude SHANNON qui est mort le 24 février 2001 et qui était lauréat de la National Medal of Science. Ensuite vient Alan TURING, décédé en 1954. En septembre 2009, le Premier ministre britannique a présenté des regrets au nom du gouvernement britannique pour le traitement qui lui avait été infligé. Une personne peu connue du grand public : Jack KILBY. Il est mort le 20 juin 2005 et il était lauréat de la moitié du prix Nobel de physique de l'an 2000. Il était également lauréat du prix de Kyoto en 1993. Finalement citons pour des raisons personnelles Rudolph KALMAN. Il est membre de la National Academy of Sciences, de la National Academy of Engineering, de l'American Academy of Arts and Sciences, et membre étranger des Académies des Sciences de Hongrie, de France et de Russie.

Quelles sont les disciplines scientifiques, quels sont les dispositifs inventés par ces savants ?

Sur l'Information,

Claude SHANNON donne la mesure de l'Information indispensable pour les canaux de transmissions (radio, télévision, téléphone portable), pour la reconnaissance des formes, des mots, des visages.

Sur l'Intelligence Artificielle

Alan TURING a défini la calculabilité : le modèle abstrait de tout ordinateur !

Sur les dispositifs de communication

Jack KILBY est le découvreur des circuits intégrés, donc de toutes les puces électroniques. Ses travaux ont été développés par des centaines de laboratoires publics ou privés.

Ces circuits intégrés avec les découvertes précédentes sont indispensables pour : les ordinateurs de bureau, les ordinateurs centraux, le Web, le codage, le chiffrement, le déchiffrement, le décryptage et donc les transferts d'argent, les cartes bleues les moteurs de recherche : Alta Vista, Francité, Google, Yahoo

Ainsi que pour : les applications, le filtrage de BUCY-KALMAN d'où notamment le programme Apollo c'est-à-dire le voyage sur la lune.

La robotique : en milieu hostile, l'industrie nucléaire, la prospection en grandes profondeurs sous marines, en chirurgie.

Nous n'introduirons pas les avancées scientifiques sur le génome humain qui, bien sûr, relèvent de la Révolution Informatique et de la Communication ni des aspects quantiques de ces disciplines. En revanche, nous présenterons

la surveillance électronique fait marquant de la société civile.

Deux collègues Marc ENGEL et Michel HUBIN, ce dernier de site web www.sensorique.fr.st/ anciens du Laboratoire Perception, Système et Information de l'Université de Rouen ont eu la gentillesse de relire ce manuscrit et je les en remercie.

Sur l'Information

Avez-vous pratiqué, enfant, le jeu du portrait : Est-ce un animal ? Oui ? Non ? Est-ce une personne ? Oui ? Non ? Est-ce une chose ? Oui ? Non ? Trois questions d'où 3 bits.

Combien faut-il de questions pour trouver un mot dans un dictionnaire ? Or un dictionnaire présente 50 000 mots, et 2 multiplié par 2 seize fois donc 2 à la puissance 16 vaut 65536 supérieur à 50 000 mots qui lui-même est supérieur à 32768, valeur de 2 à la puissance 15.

Ainsi, avec 16 questions tout mot du dictionnaire peut être retrouvé ; précisons comment. L'intervalle [1, 50 000] est successivement coupé en 2, seize fois. Le nombre de questions à poser, pour obtenir le mot inconnu, s'appelle la quantité d'information. Une indétermination existait avant de connaître le mot choisi. Cette indétermination s'appelle l'entropie et cette entropie est égale à l'information nécessaire pour obtenir le mot, pour supprimer l'indétermination.

Le cas général peut s'appliquer à toute famille d'événements de même probabilité ou même de probabilité différente !

Comme exemple, reprenons les résultats du premier tour des élections présidentielles du 22 avril 2012.

François Hollande	10.273.582 voix
Nicolas Sarkozy	9.753.844 voix
Marine Le Pen	6.421.773 voix
Jean-Luc Mélenchon	3.985.298 voix
François Bayrou	3.275.349 voix
Eva Joly	828.451 voix
Nicolas Dupont-Aignan	644.086 voix
Philippe Poutou	411.178 voix
Nathalie Arthaud	202.562 voix
Jacques Cheminade	89.572 voix

Un de vos amis avait voté et il vous a indiqué pour qui il avait voté. Quelle information vous a-t-il donnée ? Les pourcentages de voix sont considérés par vous, comme les probabilités pour votre ami de choisir son candidat puisque vous ne connaissiez pas ses idées politiques. Le tableau des probabilités vaut, en faisant le rapport du nombre de voix obtenues sur le nombre de votants :

François Hollande	0.2863
Nicolas Sarkozy	0.2718
Marine Le Pen	0.179
Jean-Luc Mélenchon	0.1111
François Bayrou	0.0913
Eva Joly	0.0231
Nicolas Dupont-Aignan	0.0179
Philippe Poutou	0.0115
Nathalie Arthaud	0.0056
Jacques Cheminade	0.0025

La formule à utiliser pour définir l'indétermination s'écrit :

Entropie = $- 0.2863 \log_2 (0.2863) - 0.2718 \log_2 (0.2718) - 0.179 \log_2 (0.179)$
$- 0.1111 \log_2 (0.1111) - 0.1111 \text{ l} \log_2 (0.1111) - 0.0913 \log_2 (0.0913)$
$- 0.0231 \log_2 (0.0231) - 0.0179 \log_2 (0.0179) - 0.0115 \log_2 (0.0115)$
$- 0.0056 \log_2 (0.0056) - 0.0025 \log_2 (0.0025)$

Entropie = 2,5062 bits

Chaque citoyen ne donne que 2,5062 bits d'information mais ce chiffre est à multiplier par 35.885.739, le nombre de votants !

Le vote démocratique fournit donc une information considérable 89 936 840 bits !

Dans un autre domaine celui de l'économie, le libre choix du marché, la réponse libre de tout citoyen pour l'achat ou le refus d'achat de chaque produit fournit plus d'information que n'importe quelle méthode dirigiste de l'économie. Notons que l'efficience des services publics français n'est pas contrôlée par le marché mais par le dirigisme d'état et par la Cour des Comptes (cf Jean-Pierre BRULE L'informatique malade de l'état éd. Les belles lettres août 1993). Notons qu'actuellement le marché s'oriente vers des produits allemands ou des produits chinois sinon asiatiques.

Claude SHANNON

http://mapage.noos.fr/fholvoet/shannon.htm

La théorie de l'information est une théorie probabiliste permettant de quantifier le contenu moyen en information d'un ensemble de messages satisfaisant une distribution probabiliste précise. Ce domaine trouve son origine scientifique avec Claude SHANNON qui en est le père fondateur avec son article *A Mathematical Theory of Communications* publié en 1948.

Il étudie le génie électrique et les mathématiques à l'Université du Michigan en 1932. Il utilise notamment l'algèbre booléenne, les opérations logiques construites avec les *et, ou, non*, pour sa maîtrise soutenue en 1938 au Massachusetts Institute of Technology (MIT) à Cambridge à côté de Boston, Massachusetts. Claude SHANNON

travaille vingt ans au MIT, de 1958 à 1978. Parallèlement à ses activités académiques, il travaille aussi aux laboratoires Bell de 1941 à 1972. Souffrant de la maladie d'Alzheimer dans les dernières années de sa vie, Claude SHANNON est mort à 84 ans le 24 février 2001 à Medford dans le Massachusetts.

Pendant la Seconde Guerre mondiale, il travaille pour les services secrets de l'armée américaine, en cryptographie, chargé de localiser, de manière automatique, dans le code ennemi, cachées au milieu du brouillage, les parties signifiantes. Le traitement du signal extrait l'information du signal reçu après réception de la transmission du signal initial, perturbé par le bruit de milieu transmetteur. La totalité de son travail est exposé dans un rapport secret déclassifié dans les années 1980 seulement. Cependant, après la guerre, un article paru en 1948 puis un livre, en 1949, sont centrés autour de la problématique de la

transmission du signal.

Le schéma de Claude SHANNON

Pour décrire la communication entre une source et un destinataire, voici le schéma suivant :

source → encodeur → signal+ bruit → décodeur → destinataire

il modélise la communication entre les machines de la source et celles du destinataire.

Le succès de ce schéma est foudroyant, et il a participé largement à la création des sciences de l'information et de la communication.

L'unité de mesure

Dans l'article comme dans le livre, Claude SHANNON popularise l'utilisation du mot *bit* (*binary digit*) comme mesure élémentaire de l'information numérique.

John TUKEY fut néanmoins le premier à utiliser le terme de *bit*. John TUKEY est né en 1915, à New Bedford (Massachusetts), dans une ville de pêcheurs sur la côte du New Jersey. Ses parents sont tous deux enseignants. Enfant surdoué, il apprend à lire, seul, dès l'âge de trois ans. Il ne fréquente pas l'école, ses parents prenant en charge son instruction.

En 1959, il met au point les techniques mathématiques de déconvolutions permettant de repérer les essais nucléaires souterrains. Dans les années 1970, il est à la tête du comité qui met en garde les autorités américaines contre les effets dévastateurs des aérosols sur la couche d'ozone.

Reprenons le rôle du *bit*. Celui-ci désigne la quantité d'information nécessaire en nombre binaire pour effectuer un codage. Ainsi il faut, au moins, un *bit* pour coder deux états ; par exemple « pile » et « face », ou plus généralement 0 et 1. Il faut deux *bits* pour coder quatre éléments {00, 01, 10, 11}. Les 26 lettres de l'alphabet, soit 26 éléments, nécessitent au

minimum 5 *bits* puisque :

$$2^4 = 16 < 26 < 2^5 = 32$$

Plus généralement, si N est le nombre d'éléments à considérer, le nombre de *bits* minimum k nécessaire pour tous les coder, vérifie :

$$2^{(k-1)} < N <= 2^k$$

Dans le cas idéal où toute l'information disponible est utilisée, N vaut 2^k.

Entropie au sens de Claude SHANNON

Un apport essentiel de ses travaux concerne la notion d'entropie. Si l'on considère un événements de probabilité $p_1, p_2, \ldots, p_I$, incompatibles entre eux, alors leur entropie est définie comme :

Entropie = $- \Sigma_{i=1}^{I} p_i \log_2(p_i)$ exprimée en bits

Cette quantité s'appelle l'entropie de la distribution de probabilité. C'est une mesure du désordre de la répartition de probabilité. Claude SHANNON a par ailleurs établi un rapport entre gain d'information et diminution de l'Entropie de Ludwig BOLTZMANN (1844-1906) en thermodynamique.

Dans l'exemple retenu ci-dessus, dire pour qui votre ami a voté, supprime un doute, un désordre et il vous a fourni la quantité d'information nécessaire à la levée de ce doute.

Pour résumer, de façon didactique, dans une situation aléatoire, la quantité d'information en *bits* est le nombre de questions nécessaires pour déterminer la situation.

Théorèmes

Le nom de Claude SHANNON est associé à plusieurs théorèmes :

le Théorème d'échantillonnage de NYQUIST-SHANNON

un théorème sur la limite théorique de la compression d'information

un théorème sur la capacité d'un canal de transmission.

La découverte du concept d'Entropie a ouvert la voie aux méthodes dites d'entropie maximale, donc au scanner médical, à la reconnaissance automatique des caractères et à l'apprentissage automatique.

Ces méthodes comprennent une représentation partielle de l'état et une fonction de coût. Plus précisément, sur l'exemple de la recherche automatique de document sur Internet, les moteurs de recherche (Google, Yahoo, etc.) conduisent à des listes de sites Internet possibles. Il y a lieu de les classer par crédibilité décroissante ; dans cette classification intervient l'aléatoire.

Sur l'Intelligence artificielle

Quelles questions faut-il poser et dans quel ordre les poser, pour déterminer une inconnue ?

Est-ce que toute notion est atteignable par des questions ? Oui ? Non ?

Pour le Directeur des Ressources Humaines, quelles questions doit-il poser pour savoir si le candidat à l'embauche sera un personnel performant ?

Existe-t-il un nombre fini de questions pour obtenir comme conclusion l'existence ou la non-existence de Dieu ? Oui ? Non ?

La notion de calculabilité s'introduit ici : tout n'est pas calculable, qu'est-ce qui est calculable ?

Que veut dire faire un calcul ? Que veut dire effectuer un algorithme ?

En 1936, Alan TURING a imaginé un modèle abstrait pour définir une notion qui

jusqu'alors était restée intuitive : la calculabilité. Ce modèle abstrait est aujourd'hui connu sous le nom de machine de TURING et ce modèle est encore utilisé en informatique théorique pour résoudre les problèmes de calculabilité.

Un exemple de Machine de TURING

La machine de TURING qui suit effectue la multiplication par deux et de façon imagée provient de la division de troncs d'arbres en deux. De 3 troncs d'arbres, les bûcherons passent à 6 (demi-)troncs d'arbres. Sommes-nous capables à l'occasion de cet exemple, de déduire la machine comme l'a fait Alan TURING ?

Lors d'une promenade en forêt, vous observez des bûcherons qui coupent en deux des troncs d'arbres. Plus précisément, état q0, une première machine soulève un tronc, le positionne devant une scie puis, état q1, un élévateur dépose le premier morceau dans le premier emplacement vide. L'élévateur état q2 va ensuite vers la droite pour dépasser le dernier tronc d'arbre coupé et déposer la seconde moitié du tronc d'arbre coupé. Ensuite l'élévateur repart en sens contraire vers la gauche, état q3, dépasse les demi-troncs d'arbre et atteint le vide entre les demi-troncs et les troncs entiers. L'élévateur se positionne alors immédiatement à gauche en attente du travail de la scie et nous sommes revenus dans l'état q0, la première machine soulève le second tronc d'arbre, le positionne devant une scie. Puis, état q1, l'élévateur pose le premier morceau du second tronc d'arbre dans le premier espace vide. L'élévateur, état q2, va ensuite vers la droite pour dépasser le dernier tronc d'arbre coupé et déposer la seconde moitié du tronc d'arbre coupé. Ensuite l'élévateur repart en sens contraire vers la gauche, état q3, dépasse les demi-troncs d'arbre et atteint le vide entre les demis troncs et les troncs entiers.

Ensuite le processus continue jusqu'à épuisement des troncs à scier, ce que fournit l'Index à l'état q0 qui arrêtera les machines dans l'état qf.

Chaque opération décrite est suivie par un Index

Passons maintenant à la description mathématique des opérations

Sont déjà introduits les états de la machine de TURING q0,q1,q2,q3,…qf et un index qui informe sur le déroulement des actions de la machine. Cet index se déplace vers la droite D ou vers la gauche G sur un ruban infini. Cet index repère la situation dans laquelle se trouve la machine de TURING. La machine utilise donc un index qui est positionné sur un ruban de longueur infinie et qui fournit le chiffre 0 ou 1 dans la case indiqué par l'Index

Dans l'exemple de la multiplication par deux d'une séquence de 3 chiffres « 1 » entourée de deux suites infinies de « 0 », la machine va multiplier le nombre de « 1 » par 2. Lorsque la machine s'arrêtera, le ruban comportera une suite de 6 chiffres « 1 ».

0	0	0	1	1	Index 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Que va faire la machine ?

Tout dépend de l'état dans lequel se trouve la machine et de la valeur sur le ruban à l'endroit de l'Index. Dans l'exemple, la machine comprend 5 états : q0,q1,q2,q3,qf

Il s'agit de décrire une fonction qui, à un état pris dans {q0,q1,q2,q3,qf } et à un chiffre de {0,1} donné par l'Index, donne un nouvel état modifié, remplace éventuel-

lement le chiffre sur le ruban et déplace l'Index sur le ruban d'une case vers la droite D ou vers la gauche G. Il faut donc introduire un tableau à deux entrées et sur chaque case du tableau, il faut définir trois valeurs !

N'expliquons pas comment il a été possible à partir de l'exemple des bûcherons de fournir le tableau suivant décrivant la Machine de TURING, effectuant la multiplication par 2.

	Symbole lu : «0» sur le ruban	Symbole lu : «1» sur le ruban
État : qo	qf «0» D (ou G)	q1 «0» D
État : q1	q2 «1» D	
État : q2	q3 «1» G	q2 «1» D
État : q3	q0 «0» G	q3 «1» G

Présentons la signification d'une des cases de ce tableau : pour la case (1,2) dans l'état q0 et pour un symbole «1» provenant de la case fournie par l'index, le nouvel état sera q1, le symbole sur le ruban sera mis à «0» et l'index se déplacera d'une case à droite.

À l'origine, la tête de lecture se trouve à la fin des trois «1» «1» «1» et l'état est par hypothèse q0. Dans cette case qo, «1» la valeur q1, «0», D est écrite dans le tableau ce qui fournit la transition.

0	0	0	1	1	qo, «1» : q1, «0»,D	0	0	0	0	0	0	0	0	0

D'où la phase 1 : la Machine remplace l'état qo par l'état q1, le «1» par «0» puis l'index se déplace d'une case vers la droite.

Ainsi q0 «1» donne q1 «0» D puis q1, «0» donne q2, «1», D

0	0	0	1	1	0	q1, «0» : q2,«1»,D	0	0	0	0	0	0	0	0

À partir de ce premier passage, le lecteur intéressé continuera l'algorithme en vérifiant qu'il obtient par vérification avec le document correctement les diverses phases de la multiplication par deux.

Phase 2: la machine remplace l'état q1 par l'état q2, le «0 » par «1» puis l'index se déplace d'une case vers la droite

q1 «0» donne q2 «1» D puis q2 «0» donne q3 «1» G

0	0	0	1	1	0	1	q2,«0» : q3,«1»,G	0	0	0	0	0	0	0

Ensuite, la machine dans l'état q2 constate que sur le ruban se trouve un 0 aussi l'index revient en arrière G en mettant un « 1 » sur la case qu'elle quitte et passe dans l'état q3

0	0	0	1	1	0	q3,«1» : q3,«1»,G	1	0	0	0	0	0	0	0

Ensuite, la machine dans l'état q3 constate que sur le ruban se trouve un 1, aussi l'index revient en arrière G en mettant un « 1 » sur la case qu'elle quitte et reste dans l'état q3

0	0	0	1	1	q3,«0» : q0,«0»,G	1	1	0	0	0	0	0	0	0

Ensuite, la machine dans l'état q3 constate que sur le ruban se trouve un 0, aussi l'index revient en arrière G en mettant un « 0 » sur la case qu'elle quitte et passe dans l'état q0

0	0	0	1	q0,«1» : q1,«0»,D	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0

En reprenant le tableau le lecteur persévérant continuera le fonctionnement de la Machine de TURING pour constater l'arrêt dans la situation suivante

0	0	q0,«0» : qf	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0

De nombreux autres exemples sont aisés à construire. L'alphabet {0,1} peut être remplacé par {vide, un élément}, par tout alphabet dont l'alphabet latin {a,b,…,z}. Le nombre d'états q est quelconque mais fini.

Les informaticiens ont introduit les machines de TURING universelles et alors tous les algorithmes, tous les raisonnements mathématiques, tous les ordinateurs peuvent être modélisés par de telles machines de TURING dites universelles ! Sans doute les bouliers chinois inventés entre 2500 et 3000 ans avant Jésus Christ et la machine arithmétique de Pascal dès 1642 sont des précurseurs des ordinateurs mais il fallait modéliser leurs fonctionnements, ce qu'a fait Alan TURING.

Oui, TURING est à la base de la révolution informatique. Précisons maintenant quelques faits marquant de sa vie.

Le personnage

http://www.bibmath.net/crypto/index.php?action=affiche&quoi=complements/turing

Durant la Seconde Guerre mondiale, Alan TURING dirige en Angleterre les recherches sur les codes secrets générés par la machine Enigma utilisée par les militaires allemands pour communiquer ente État major et Unités Combattantes. Le travail d'Alan TURING sur le décryptage des messages Enigma lors de l'opération Ultra, fut tenu secret militaire jusque dans les années 1970 ; mêmes les plus proches amis d'Alan TURING n'étaient pas au courant de ces recherches.

Alan TURING par un article « Computing Machinery and Intelligence » (Mind, octobre 1950) se trouve également à l'origine de l'intelligence artificielle. Il développe cette idée par des articles « L'intelligence de la machine, une idée hérétique » « Les calculateurs numériques peuvent-ils penser ? » ou par des discussions avec M.H.A. NEWMAN, Geoffrey JEFFERSON et R.B. BRAITHWAITE les 14 et 23 janvier 1952 sur le thème « Les ordinateurs peuvent-ils penser ? ».

L'homosexualité d'Alan TURING lui valut d'être persécuté et brisa sa carrière après 1945. Lors d'une enquête, la police finit par l'accuser d'« indécence manifeste et de

perversion sexuelle » d'après la loi britannique sur la sodomie. Il décide d'assumer son orientation sexuelle. S'ensuit un procès très médiatisé, où lui est donné le choix entre l'incarcération ou une castration chimique, réduisant sa libido. À partir de 1952, il sera écarté des plus grands projets scientifiques. En 1954, il se suicide par un empoisonnement au cyanure. Le moyen d'ingestion du poison aurait été une pomme partiellement mangée, retrouvée près de son corps et qui aurait été imbibée de cyanure. Une légende tenace y voit l'origine du logo de la firme Apple.

Cet exposé a pour titre *Révolution Informatique et Communication*. Cependant la vie de Alan TURING révèle également l'importance d'une autre révolution, celle portant sur les mœurs. L'amour et non la procréation seraient la raison du mariage civil entre deux personnes. Faut-il comparer avec les pays voisins ? Les pays voisins ne sont pas forcément la Belgique, l'Espagne etc. puisque à l'époque de la mondialisation les mondes musulman ou russe sont proches. La Compromis sinon la Vérité reste à trouver !

Les développements de l'Intelligence Artificielle portent également sur une approche pragmatique d'ingénieur c'est-à-dire cherchent à construire des systèmes, de plus en plus autonomes, pour réduire le coût de leur supervision par un être humain. Ainsi, la machine essaie de simuler l'intelligence de l'homme, elle semble agir comme si elle était intelligente. Certains logiciels d'Intelligence Artificielle parviennent à imiter, plus ou moins bien, les dialogues d'humains face à d'autres humains.

On peut considérer différents dispositifs intervenant, ensemble ou séparément, dans un système d'intelligence artificielle tels que :

les traductions automatiques entre langues, si possible en temps réel
le raisonnement automatique comme les systèmes experts,
l'apprentissage automatique,
l'intégration automatique d'informations provenant de sources hétérogènes, la fusion de données,
la reconnaissance de formes, des visages et la vision en général, etc.

Les réalisations actuelles de l'Intelligence Artificielle peuvent intervenir dans les fonctions suivantes :

la résolution de problèmes complexes, tels que les problèmes d'allocation de ressources. (l'attribution des salles de classes entre élèves, professeurs)
l'assistance par des machines dans les tâches dangereuses, l'industrie nucléaire, les fonds sous-marins, ou demandant une grande précision comme en chirurgie,
l'automatisation de tâches répétitives,
la reconnaissance de la parole,
la reconnaissance de l'écrit,
l'aide à la décision,
l'aide aux diagnostics médicaux.
la robotique.

Sur les dispositifs de communication

et sur le passage de l'électronique analogique à l'électronique numérique, il faut citer :
Jack Saint Clair KILBY
http://www.universalis.fr/encyclopedie/jack-st-clair-kilby/

Il est né à Jefferson City, dans l'État du Missouri, le 8 novembre 1923 et il est mort à Dallas au Texas le 20 juin 2005.

Travaillant pour Texas Instruments, cet ingénieur électricien dépose, le 6 Février 1959, un brevet intitulé « Solid Circuit made of Germanium », le premier circuit intégré, lançant une industrie qui pesait mille milliards de dollars déjà en 2005.

En l'an 2000, il est lauréat du Prix Nobel de Physique pour son innovation : le circuit intégré.

En plus du circuit intégré, Jack KILBY est l'inventeur de la calculatrice de poche, de l'imprimante thermique utilisée dans les caisses enregistreuses, au total, il y a 60 brevets à son nom.

Jack KILBY a la paternité du premier circuit intégré car Robert NOYCE, futur cofondateur d'INTEL, travaillait sur un dispositif identique à la même époque et proposait un autre dispositif viable : l'interconnexion au moyen d'une couche de métal conductrice mais cette technique n'a pas eu le même avenir.

Pour Jack KILBY, l'extérieur du circuit intégré y accède à travers des connexions réparties à la périphérie du circuit. Ce concept révolutionnaire concentre dans un volume incroyablement réduit un maximum de fonctions logiques.

Les circuits intégrés numériques, les plus simples, sont des portes logiques (et, ou, non), les plus complexes sont les microprocesseurs et les plus denses sont les mémoires. On trouve de nombreux circuits intégrés dédiés à des applications spécifiques (appelé ASIC pour *Application Specific Integrated Circuit*), notamment pour le traitement du signal, le traitement d'image et la compression vidéo. Une famille importante de circuits intégrés est celle des composants de logique programmable.

Aujourd'hui plusieurs dizaines de millions de portes représentent un chiffre normal pour un microprocesseur, pour un circuit intégré graphique ou hautement parallèle, de qualité.

Le codage

Dans un ordinateur, au niveau matériel, tout est codé en binaire c'est-à-dire uniquement à partir de 0 et de 1.

D'une façon générale, un codage permet de passer d'une représentation des données vers une autre. Parmi les différents codages utilisés, on trouve :

Le codage de caractères pour représenter informatiquement l'ensemble des caractères, comme par exemple le code ASCII (American Standard Code for Information Interchange).

Tout entier numérique en base 10 s'écrit sans difficulté en base 2. Par exemple, en base 10 le nombre $9 = 1*2^3+0*2^2+0*2^1+1*2^0$ est codé 1001 en base 2.

En binaire, 8 *bits* forment un octet listé 0,1,…,9,A,B,C,D,E,F.

Le codage de source permet de faire de la compression de données.

Les sources sonores analogiques ou les sources vidéo sont mises en format informatique d'où les codes MP3, WMA,… pour le son ou AVI, MP4, VOB …pour les vidéos. Dans ces cas, il ne s'agit plus rigoureusement d'un codage, puisqu'il ne s'agit plus d'opérations réversibles : ces codages conduisent à une perte d'information et les signaux initiaux ne peuvent plus être récupérés. Le passage d'un format audio ou vidéo à un autre peut aussi s'appeler le transcodage.

Les langages de programmation utilisés pour écrire les algorithmes mathématiques, les langages comme le Fortran, le Basic, le C ou le Pascal (DELPHI) sont assez proches du langage courant pour être lisibles; ils sont compilés et stockés sous forme binaire pour pouvoir être exécutés par les ordinateurs. Le langage HTML (*Hypertext Markup Language*) est le langage des transmissions Internet.

Le codage canal permet une représentation des données de façon à être résistant aux erreurs de transmission, aux bruits. Ces codages comprennent des digits de contrôles permettant la détection ou même la correction d'erreur de transmission.
Bien qu'il s'agisse également d'un codage, on utilisera le terme de chiffrement quand le codage utilisé, cherche à masquer l'information contenue.

La cryptographie est une discipline assurant confidentialité, authenticité et intégrité des messages en s'aidant souvent de clés. Elle est utilisée depuis l'Antiquité, mais certaines de ses méthodes les plus importantes, comme la cryptographie asymétrique, datent de la fin du XX^{e} siècle. N'écrivez jamais en clair vos diverses clefs de carte bleue, de coffre fort, d'ouverture de compte bancaire (login) sur Internet. Utilisez des codes simples dont la mémorisation est facile pour chiffrer vos clefs avant de les écrire sur votre carnet.

À cause de l'utilisation d'anglicismes puis de la création des chaînes de télévision dites « cryptées », une grande confusion règne concernant les différents termes de la cryptographie :

chiffrement : c'est la transformation à l'aide d'une clé, d'un message en clair, dit texte clair, en un message incompréhensible dit texte

déchiffrement : retrouver le message clair correspondant à un message chiffré, le texte en possédant la clé de déchiffrement

décrypter : retrouver le message clair correspondant à un message chiffré sans posséder la clé de déchiffrement.

Il apparaît donc que le terme « crypter » n'a pas de raison d'être. L'Académie Française précise que le mot est à bannir et celui-ci ne figure pas dans son dictionnaire, en tout cas pas dans le sens où on le trouve en général utilisé. Toutefois, l'Office Québécois de la langue française intègre « crypter » au sens de « chiffrer » dans son grand dictionnaire terminologique.

Rudolf KALMAN

http://www.ieeeghn.org/wiki/index.php/Rudolf_E._Kalman

Rudolf KALMAN est né à Budapest en Hongrie le 19 Mai 1930. Il obtient son *Master's degree* en 1954 au MIT, en ingénierie électrique, puis son doctorat en 1957 à l'Université Columbia.

De 1964 à 1971, il est professeur à l'Université Stanford, Californie puis de 1971 à 1992 à l'Université de Floride à Gainesville. Il a été conseiller scientifique pour l'école des Mines de Paris. À partir de 1973, il occupe la chaire de théorie des systèmes mathématiques à l'École polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ). Rudolf KALMAN est membre étranger des Académies des Sciences de Hongrie, de France et de Russie.

Travaux

Rudolf KALMAN est surtout connu pour sa contribution à l'invention du filtre de KALMAN. Cependant, ce filtrage trouve son achèvement en 1961 avec Richard BUCY

pour s'appeler le filtrage de BUCY-KALMAN. Richard S. BUCY de l'University of Southern California a contribué à la théorie dans l'article

Kalman, R. E., BUCY R. S., « New Results in Linear Filtering and Prediction Theory », *Transactions of the ASME - Journal of Basic Engineering* Vol. 83: pp. 95-107 (1961) d'où le filtrage dit de Bucy-Kalman.

La méthodologie comprend deux notions : l'évolution du système et l'observation de celui-ci.

Prenons un exemple en Justice pour montrer la généralité de la démarche intellectuelle. Comment se fait un jugement ? Le Juge dispose du passé du prévenu et en déduit une possibilité d'acte délictueux pour le jour des faits jugés. Le juge possède également des témoignages, des indices matériels présentés durant le procès. Ensuite, il y a fusion des informations de ces deux sources d'information pour établir le jugement.

Notons l'utilisation des filtres de BUCY-KALMAN pour le programme Apollo. On a marché sur la Lune grâce à KALMAN! ce que n'a pas dit Hergé.

Pour le pilotage d'un satellite, la mécanique rationnelle fournit les équations permettant à partir du passé, de prévoir la position actuelle du satellite.

Les équations d'État, linéarisées, discrétisées et bruitées s'écrivent

$X(t)= A\,X(t-1) + W(t)$ avec le temps t, l'état X et le bruit W

Mais de plus, les observations par radar fournissent une seconde estimation de la position X du satellite à l'instant t.

Les équations d'observation s'écrivent

$Y(t) = BX(t) + V(t)$ avec Y l'observation provenant de l'état X avec un nouveau bruit V

La connaissance physique des phénomènes fournit les matrices A et B.

Le temps t est échantillonné. À partir de ces deux équations linéarisées, discrétisées et bruitées de la réalité matérielle, le filtre de BUCY-KALMAN définit la meilleure estimation de la position X(t) du satellite à la date t.

Actuellement les équations ne sont plus linéaires et les bruits W et V ne sont plus gaussiens et, sur Google, plus de 250 000 articles portent sur ce filtrage de BUCY-KALMAN !

La surveillance électronique

Le risque d'Internet : Tout n'est pas faux sur le site www.syti.net mis en référence, mais SURTOUT tout n'est pas vrai !

Fichiers informatiques, carte de crédit et code barre, téléphones portables, Internet, réseau Echelon, voici des moyens de surveillance électronique.

Etes-vous favorables à la surveillance électronique ? Est-ce que la surveillance électronique est conforme à l'article premier de la loi Informatique et Libertés du 6 janvier 1978 ?

« L'informatique ne doit porter atteinte ni à l'identité humaine, ni aux droits de l'homme, ni à la vie privée, ni aux libertés individuelles ou publiques. »

Les technologies informatiques ont permis d'augmenter ce que les spécialistes appellent notre traçabilité. Nos activités, nos conversations, nos goûts et nos centres d'intérêts laissent des traces dans les multiples systèmes informatiques qui gèrent notre vie quotidienne. Toutes ces données sont collectées, centralisées et mémorisées par des organisations publiques ou privées qui peuvent connaître à tout moment le profil de chaque individu.

Les fichiers :

Les fichiers des administrations et des sociétés privés rassemblent de nombreuses données personnelles sur des millions de citoyens ou de consommateurs. Ces données sont inoffensives tant qu'elles sont éparses.

La carte de crédit associée au code-barre d'un produit acheté :

Les dépenses effectuées avec une carte de crédit permettent de retracer nos déplacements, mais aussi de connaître très précisément les produits achetés par une personne. L'association du code-barre et du numéro de carte de crédit signifie l'association automatique de produits identifiés avec des consommateurs identifiés.

Les téléphones portables :

On sait qu'avec un récepteur de type scanner dont l'usage est illégal mais dont la vente est autorisée, il est facile de réaliser des écoutes téléphoniques des messages émis par les portables. Le portable, même hors-communication, en position de veille, permet de localiser à tout moment son propriétaire. Le micro du portable peut être activé à distance par les services de police grâce à un simple code de 4 chiffres et cela même quand le portable est éteint.

Internet :

Avec les logiciels adéquats, n'importe qui peut pister les informations consultées par un internaute. De plus, depuis les attentats du 11 Septembre 2001, la plupart des pays occidentaux ont adopté des lois qui autorisent la surveillance de l'ensemble des communications sur Internet.

Microsoft et Intel :

Le système Windows et son navigateur Internet Explorer, de Microsoft, renferment un numéro d'identification de l'utilisateur, le GUID (Globally Unique Identifier). Ce numéro d'identification est ensuite inscrit dans tous les documents créés avec les applications de Microsoft Office. Il peut être consulté à distance par Internet grâce à des commandes spéciales prévues par Microsoft.

La vidéosurveillance :

Les caméras de surveillance se multiplient dans la plupart des villes. A ces caméras s'ajoutent les appareils photo des radars automatiques sur les routes.

L'identification des individus dans une foule est désormais possible en raccordant les caméras à des logiciels de reconnaissance des visages.

La radio-identification ou puces RFID de l'anglais *radio frequency identification device*. Les puces RFID sont incorporées par les multinationales dans certains de leurs produits pour en assurer la traçabilité. La puce permet ensuite de localiser le produit pendant sa distribution, mais aussi après son achat.

Les implants - les puces « *Digital Angel* » et « *Verichip* »

Fabriquée par la société américaine Applied Digital Solutions, la puce « *Digital Angel* » permet l'identification et la localisation par satellite des individus. Il s'agit d'une puce électronique de la taille d'un grain de riz et qui est implantée sous la peau. Elle est aussi capable de renvoyer des informations biologiques sur son porteur, température du corps, rythme cardiaque, etc. d'où son utilité en médecine.

Le réseau Echelon :

Le réseau Echelon est un système automatisé d'écoute des communications, quel que soit leur support: téléphone, fax, courriel, satellites. Le réseau Echelon a été mis en place depuis 20 ans et dans le plus grand secret par 5 pays anglo-saxons: les Etats Unis, la Grande Bretagne, le Canada, l'Australie, et la Nouvelle Zélande. Le réseau Echelon est principalement géré par la NSA, l'agence de renseignement électronique américaine. L'idée d'Echelon est d'utiliser les technologies de reconnaissance vocale pour repérer automatiquement des mots-clés dans les conversations écoutées. Les mots-clés à repérer sont choisis par les officiers d'Echelon en fonction de l'actualité et des objectifs du moment.

La reconnaissance de formes :

La société AOptix a mis au point un nouveau système de reconnaissance de l'iris et du visage des passagers pour aider les compagnies aériennes à l'embarquement.

Le futur porte-monnaie électronique :

Le porte-monnaie électronique est-il appelé à remplacer totalement l'argent liquide ? Le porte-monnaie électronique, combiné avec la disparition de l'argent liquide rendrait les individus totalement dépendants des moyens de paiement électroniques.

Une liste de moyen de surveillance électronique est présentée ; est-elle exhaustive ? Vous pourriez vous reposez la question :

Suis-je favorable à la surveillance électronique ? Est-ce que la surveillance électronique est conforme à l'article premier de la loi Informatique et Libertés du 6 janvier 1978 ?

« L'informatique ne doit porter atteinte ni à l'identité humaine, ni aux droits de l'homme, ni à la vie privée, ni aux libertés individuelles ou publiques. »

Conclusion

Des faits précis viennent d'être présentés sur la Révolution Informatique et la Communication. Il n'était pas dans ce propos de proposer un avis éthique sur l'évolution concrète des modes de vie résultant des progrès scientifiques dans ces deux domaines. Depuis la seconde guerre mondiale, les applications liées à la Révolution Informatique et à la Communication modifient, de façon chaque jour plus profonde, le mode de vie des hommes. Ne reprenons ni les recherches ni les développements prévisibles sur la Révolution Informatique et la Communication qui se vivent chaque jour dans les centres de recherche, universitaires ou industriels.

Pour nous, pour tout citoyen, il s'agit de comprendre ces transformations pour s'y adapter et en tirer le meilleur parti : comment se vit la Révolution Informatique et la Communication dans la région rouennaise. Notons, les forums régionaux du savoir, patronnés à Rouen par Monsieur le Président du Conseil Régional, forums régionaux qui diffusent les connaissances au plus large public possible.

Prenons un seul exemple lié aux Mathématiques, l'exposé du Jeudi 15 Novembre 2012, dans les locaux du Conseil Régional par Monsieur Cédric VILLANI, médaille Fields 2010, Professeur à l'Université de Lyon et directeur de l'Institut Henri Poincaré « Peut-on lire l'avenir des astres dans les lignes de la mathématique ? » :

Nous tous, pouvons retrouver l'intégralité de cet exposé en streaming sur le site :

http://streaming.crihan.fr/scienceaction/Forum-2012-Villani-reduit-H.mov.

Oui, par Internet, vous trouverez toutes les conférences des Forums Régionaux du Savoir sur le site :

http://www.scienceaction.asso.fr/Videos/Forums-regionaux-du-savoir-2012

De même, sur le site web de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen se trouvent le programme des travaux de cette Académie ainsi que les textes de plusieurs conférences publiques. Cependant, le précis, texte écrit, reste le document de base pour détailler les travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen.

L'ESPRIT PHYSICIEN EN MUTATION

par

Geneviève NIHOUL de l'Académie du Var

On a souvent l'impression que les progrès de l'esprit scientifique se font de façon logique et progressive : si les mathématiques peuvent confirmer cette impression, l'histoire de la physique, à l'inverse, montre que des évolutions, parfois, surviennent brutalement. Au début du XX^{e} siècle notamment, l'avènement d'un monde nouveau imposa une importante adaptation des mentalités. Aux certitudes réconfortantes de la fin du XIX^{e} siècle succédèrent en effet des interrogations et des remises en question qui, en très peu de temps, suscitèrent l'élaboration de nouvelles théories et bouleversèrent la manière de penser des physiciens. Cette évolution des esprits se trouve à l'origine d'un grand nombre de découvertes effectuées durant tout le XX^{e} siècle : leur influence sur notre vie quotidienne est considérable mais jamais elles n'auraient vu le jour si des physiciens, souvent très jeunes, n'avaient succombé à l'appel de l'aventure.

Plutôt que de rester dans des généralités, nous nous proposons ici de privilégier un exemple représentatif de cette audace : la naissance et l'évolution de la physique nucléaire menant à la découverte de l'énergie nucléaire. Bien que très révolutionnaire et lourde de conséquences pratiques, la découverte du noyau atomique par Ernest Rutherford en 1911 est peu connue du grand public. Elle bouleverse pourtant la représentation que l'on se faisait jusqu'alors de la structure atomique ; la science totalement nouvelle qu'elle fit émerger donna une brusque impulsion à nos idées et à nos connaissances dans le domaine de l'infiniment petit. À la conception d'un monde composé de sphères pleines - les atomes – se substitua celle d'une matière constituée principalement de vide. Préludes à une progression rapide des corps créés par l'homme, furent réalisées quelques années plus tard les premières réactions nucléaires provoquées volontairement. Les noyaux n'étaient plus immuables ; ils pouvaient être modifiés. Les découvertes s'enchaînèrent alors, inéluctables : découverte du neutron, puis de la fission nucléaire à la veille de la seconde guerre mondiale et, résultante obligée, mise en évidence de la production d'énergie nucléaire et construction des bombes lancées en août 1945 sur Hiroshima puis Nagasaki. En suivant quel cheminement complexe les différents laboratoires impliqués ont-ils été conduits à ce tragique aboutissement ?

Le modèle nucléaire de l'atome

La découverte de la structure de l'atome est due à un éminent physicien britannique, Ernest Rutherford, prix Nobel en 1908 pour avoir démontré, en 1902, les lois de la radioactivité. Le phénomène avait été mis en évidence en 1896 par Becquerel, puis Marie Curie. Rutherford mesura les énergies mises en jeu : « l'énergie de la transformation radioactive, écrit-il, doit donc être au moins vingt mille fois, et peut-être un million de

fois, plus grande que l'énergie de n'importe quelle transformation moléculaire ». Il a même ajouté cette remarque prémonitoire : « Toutes ces considérations conduisent à la conclusion que l'énergie latente dans l'atome doit être énorme en comparaison avec celle qui est libérée dans les transformations chimiques ordinaires. » On ne savait pas grand-chose à l'époque sur les atomes, il est vrai, sinon qu'ils ne sont ni simples ni immuables. La découverte que seules certaines longueurs d'onde sont présentes dans la lumière émise par la matière révéla que les atomes doivent avoir une structure interne; de plus, la radioactivité montra que ces mêmes atomes ne sont pas immuables.

En 1909, Rutherford eut l'idée d'utiliser les particules α comme projectiles pour étudier la matière : pour cela il mesura leur diffusion à travers une feuille d'or. Par principe, il vérifia qu'il n'y en avait aucune diffusée vers l'arrière ; il eut alors la surprise de constater qu'il existait effectivement des particules □ renvoyées en arrière, même par une feuille d'or très mince. Très intrigué, il s'exclama : « C'est presque aussi incroyable que si vous tiriez un obus de quinze pouces sur un mouchoir en papier et qu'il revenait vous toucher.»

Il lui fallut plus d'un an pour expliquer ce résultat : en 1911, il montra que toute la masse de l'atome doit être concentrée dans un volume de rayon cent mille fois plus petit que celui de l'atome. Il nomma ce volume *noyau* de l'atome. Il montra également que ce noyau porte une charge positive et est entouré d'électrons de charge négative. Mais il ne s'arrêta pas là. Sachant que des charges électriques de signe opposé s'attirent, comme deux masses, il en déduisit le premier modèle nucléaire de l'atome qui reproduit le système solaire à l'échelle atomique : le noyau joue le rôle du soleil et les électrons sont les planètes. Toutes les interactions entre les atomes, notamment les interactions chimiques, sont le fait de ces électrons périphériques. C'est ce modèle qui est la base de la physique atomique, de la physique du solide et de la chimie théorique. Chacune de ces disciplines, on le sait, a connu un développement rapide qui l'a conduite à toutes les applications aujourd'hui bien connues. Ce même modèle sert également de socle à la physique nucléaire. Il contenait pourtant une faille : si l'on se réfère aux lois de la physique classique, il n'était pas stable, car les trajectoires des électrons diminuaient de rayon peu à peu et l'électron finissait par s'écraser sur le noyau ! En conséquence, le monde, qui est formé d'atomes, ne devrait pas exister ! Il faut préciser que la physique classique était déjà mal en point à cette époque : en 1912 un jeune Danois de 27 ans, Niels Bohr, intégra le laboratoire de Rutherford. Il adapta la structure atomique de Rutherford à la théorie des quanta de Planck. Il obtint ainsi le premier modèle quantique d'atome, souvent appelé de Rutherford-Bohr, qui était stable et, de plus, expliquait les résultats expérimentaux déjà connus sur l'émission de lumière par la matière.

Ce modèle bouleverse complètement les notions jusqu'alors acceptées : il montre notamment que le monde matériel est principalement composé de vide. Le volume effectivement occupé par la matière ne représente qu'un millionième de milliardième du volume total, les interactions électromagnétiques maintenant ensemble les très petits éléments de matière. Bohr raconta, beaucoup d'années plus tard : « C'est difficile à comprendre maintenant, mais ils [les travaux de Rutherford sur le noyau] ne furent pas du tout pris au sérieux. Personne n'en parlait. »

Heureusement, comme tout bon modèle, l'atome de Rutherford-Bohr prévoyait des nouveaux phénomènes non encore mesurés. Ces prévisions furent très vite vérifiées par les travaux d'un élève de Rutherford, Moseley, qui établit expérimentalement dès

1913 les lois de variation des longueurs d'onde émises en fonction du poids de l'atome. Ces lois sont encore appelées de nos jours lois de Moseley. Elles étaient prédites par le modèle de Rutherford-Bohr. La cause était entendue : la structure « planétaire » de l'atome fut admise par les milieux scientifiques.

Restait à comprendre ce qu'était ce noyau. À l'époque, on ne connaissait que deux particules, l'électron et le proton, qui est le plus petit noyau, celui de l'hydrogène. Avec ces deux particules il était difficile de faire un modèle valable.

Réactions nucléaires et découverte du neutron

La première guerre mondiale interrompit les travaux fondamentaux. L'étape suivante ne fut franchie qu'en 1919. Rutherford avait pris la direction du laboratoire Cavendish à Cambridge ; il recommença à bombarder de la matière avec des particules α : il montra alors que celles-ci pouvaient provoquer une transmutation, *artificielle*, de certains noyaux et écrivit la première réaction nucléaire jamais provoquée par l'homme :

particule α + atome d'azote ⟶ atome d'oxygène + proton

Il est important de souligner que cette réaction est différente des réactions chimiques : dans ces dernières se produit une réorganisation des atomes, mais leur nature ne change pas. Dans la réaction nucléaire, au contraire, l'azote se transforme en oxygène. Le vieux rêve des alchimistes est enfin réalisé. Cette transmutation marque le début de la physique nucléaire. Son avenir sera prolifique : nous décrirons seulement la découverte du neutron puis celle de la fission nucléaire.

En 1920, Rutherford, se mit en quête d'un modèle du noyau : il proposa l'existence d'une particule de masse identique à celle du proton, mais de charge électrique nulle. Parallèlement, les expériences de réactions nucléaires se multipliaient dans toute l'Europe : en 1932, James Chadwick, un des élèves de Rutherford, reprit des expériences faites en Allemagne et en France et les interpréta correctement en mettant en évidence l'existence de particules électriquement neutres, de masse voisine de celle du proton ; il nomma ces nouvelles particules neutrons. Utilisant cette découverte, le physicien allemand Heisenberg fit un premier modèle valable de noyau à partir de neutrons et de protons et Chadwick se vit attribuer le prix Nobel de Physique en 1935.

Découverte de la fission

La découverte du neutron marque une étape importante : certains physiciens eurent l'idée d'utiliser comme projectiles les neutrons, plus réactifs que les particules α. Enrico Fermi, professeur à l'université de Rome, fut de ceux-là. Ses travaux sur les statistiques de particules et sa théorie de la radioactivité β lui avaient déjà conféré une grande réputation. Il prit le parti de réorienter ses travaux vers une étude systématique du bombardement des noyaux par des neutrons et obtint le prix Nobel en 1938. En particulier, il montra que les neutrons de faible énergie cinétique, neutrons lents, produisent de meilleurs résultats. Dès cette période, il remarqua que l'uranium ou le thorium, des noyaux lourds naturellement radioactifs, ont un comportement différent qu'il est impossible d'analyser. Dans son discours de réception du prix Nobel, en décembre 1938, il mentionnera ce fait inexpliqué : « Une exception très frappante au comportement habituellement observé est trouvée lorsqu'on bombarde par neutrons des éléments naturellement radioactifs tels que le thorium et l'uranium… Ces deux éléments exhibent alors une radioactivité beaucoup plus

forte qu'avant le bombardement par neutrons… Mais nous avons essayé, depuis 1934 d'isoler chimiquement les produits créés et n'avons obtenu aucun résultat en essayant tous les éléments connus proches de l'uranium. »

Il semble que Fermi ait, le premier, réussi une fission de l'uranium mais n'ait pas su reconnaître le phénomène. Il fallut attendre le début de l'année 1939 pour que le phénomène fût découvert. Pourtant une chimiste allemande, Ida Tacke-Noddack, avait, en 1934 déjà, écrit : « dans le bombardement de noyaux lourds par des neutrons, ces noyaux se divisent en plusieurs fragments assez grands mais non voisins des éléments soumis aux radiations. » Elle ne fut pas entendue : Fermi, comme les autres savants travaillant sur le sujet, considéraient comme impossible que des neutrons de faible énergie puissent casser des noyaux qui avaient résisté à tous les bombardements de particules α de forte énergie.

L'année 1939 est principalement restée dans l'histoire car elle marque l'entrée dans la seconde guerre mondiale. Elle vit aussi la découverte de la fission de l'uranium. Une équipe allemande dirigée par Otto Hahn et Lise Meitner travaillait sur le bombardement de l'uranium par neutrons lents. Lise Meitner était juive ; elle dut quitter l'Allemagne nazie pour se réfugier en Suède à la fin de l'année 1938. Hahn et son collaborateur Strassmann, en janvier 1939, identifièrent dans les produits de ce bombardement du baryum, un corps dont la masse est à peu près la moitié de celle de l'uranium. Ils mirent en doute cette découverte, cependant, comme l'attestent ces hésitations : « en tant que chimistes, nous dirions qu'il s'agit dans les corps nouveaux, de baryum ; car il ne peut être question d'autres éléments. En tant que chimistes nucléaires, nous ne pouvons encore nous résoudre à ce saut : il va à l'encontre de toutes les notions précédemment acquises de la physique nucléaire. » Ils n'en publièrent pas moins leur résultat dès janvier. Ils le communiquèrent à Lise Meitner, qui comprit immédiatemment que l'uranium s'est « cassé » en deux noyaux. Elle s'empressa de publier ce résultat en février 1939 ; elle donna au phénomène le nom de « fission nucléaire » : le caractère le plus frappant de la nouvelle réaction nucléaire réside dans la grande quantité d'énergie libérée.

Il n'empêche : produire une seule fission implique de fournir une énergie importante pour obtenir un neutron projectile ; l'opération n'est pas rentable. Mais, si la réaction produit elle-même des neutrons, ceux-ci peuvent, à leur tour, sans autre apport d'énergie extérieure, provoquer de nouvelles fissions avec production d'énergie. C'est bien la possibilité d'une réaction en chaîne qui ouvre des horizons insoupçonnés de production d'énergie.

Production d'énergie nucléaire

Le dernier acte se joua aux Etats-Unis. Les régimes fascistes européens ont obligé de nombreux savants, dont Fermi, à se réfugier Outre-Atlantique. Là, Fermi développa, avec Leo Szilard, physicien nucléaire hongrois, la théorie de la fission nucléaire. Les résultats s'accumulaient mais la communauté des physiciens prenait conscience des conséquences dramatiques qui pouvaient en découler. Aux yeux des savants européens fuyant les régimes totalitaires se profilait le risque que présentait l'utilisation de ces sources d'énergie par un régime dictatorial. Ils n'en poursuivirent pas moins leurs travaux, mais dans la discrétion la plus totale.

Pour atteindre leur objectif, il leur fallait d'abord montrer qu'une réaction en chaîne était pratiquement réalisable. La construction d'un réacteur nucléaire, modeste certes,

mais qui s'auto-entretiendrait était une étape obligée. Ce fut à Fermi, spécialiste des neutrons et de leurs réactions sur les noyaux que l'on confia l'entreprise. Les problèmes étaient nombreux : par exemple trouver un matériau capable de ralentir les neutrons émis lors de la fission et de les amener à des vitesses suffisamment basses pour pouvoir provoquer d'autres fissions ; aussi, découvrir un autre matériau susceptible d'absorber les neutrons afin d'arrêter la réaction quand on le jugerait nécessaire. Fermi était assez raisonnable pour comprendre qu'avant de jouer avec le feu, il fallait être en mesure de l'éteindre.

En décembre 1942, soit environ quatre ans après la découverte de la fission et trente ans après l'invention du noyau, la première réaction en chaîne auto-entretenue était réussie à Chicago.

Selon le témoignage de Fermi, « l'événement ne fut pas spectaculaire, pas de fusibles qui sautèrent, pas de lampes s'allumant brutalement. Mais pour nous, cela voulait dire que la production d'énergie atomique à grande échelle n'était plus qu'une question de temps. »

La guerre faisait rage. Il fallait être naïf pour ne pas imaginer que l'objectif suivant serait la production de l'arme nucléaire, en termes scientifiques, une réaction en chaîne non contrôlée, dans un volume relativement restreint ? Roosevelt n'avait-il pas signé, quelques mois auparavant, l'acte de naissance du programme passé à la postérité sous le nom de « projet Manhattan ». On connaît la suite : malgré les réticences de nombreux physiciens, deux bombes nucléaires furent larguées sur le Japon en 1945.

Depuis la fin de la seconde guerre mondiale, l'énergie nucléaire se prête à des applications contraires, meurtrières ou pacifiques. On sait actuellement fabriquer des bombes de puissance quasiment illimitée ; on sait aussi produire de l'énergie contrôlée à des fins civiles. Beaucoup de pays, y compris la France, profitent largement des ressources bénéfiques de l'énergie nucléaire. Il n'empêche. Devant des résultats aussi contradictoires, l'humanité peut à juste titre s'interroger : la science lui a-t-elle permis de progresser ? Il est certes permis d'introduire un doute à propos de toutes les grandes découvertes scientifiques : dès qu'elles débouchent sur des applications, elles font l'objet de convoitises et de regrets. Mais regrettons-nous vraiment l'invention de l'électricité, de l'électronique, etc. ?

Les scientifiques ont pour mission de développer la connaissance ; doit-on pour autant les tenir pour responsables de l'usage, bon ou mauvais, qu'en fait la société ? Séparer une découverte de l'usage qui en est fait, c'est transférer sur la société la responsabilité du détournement à des fins maléfiques de telle ou telle invention et en exonérer les chercheurs. L'argument suffit-il à rassurer ces derniers ?

Depuis qu'Adam et Eve ont croqué le fruit de l'arbre de la Connaissance, l'homme a voulu savoir : les anciens Hébreux, déjà, ont compris que ce n'était pas forcément une bonne chose. Mais l'expérience a montré qu'aucune objection d'ordre moral ou social ne peut empêcher les avancées scientifiques. Citons une fois encore Rutherford : « Les réalisateurs de ces expériences ne cherchaient pas à découvrir une source d'énergie nouvelle ni à produire des éléments rares et coûteux. Leur véritable motif était plus profond : il résidait dans l'attraction irrésistible qu'exerce sur l'homme la découverte des grands mystères de la nature. »

Nous avons croqué la pomme : nous voulons essayer de comprendre, de progresser dans nos connaissances. C'est notre grandeur et notre faiblesse.

LES ACTEURS DE PROGRÈS

PARMENTIER : LE MÉMOIRE DE 1772 COURONNÉ PAR L'ACADÉMIE DE BESANÇON

par

Marie-Claire WAILLE de l'Académie de Franche-Comté

Dans les collections de la Bibliothèque municipale de Besançon, les documents relatifs à Antoine Augustin Parmentier représentent une part infime : seize lettres adressées de 1772 à 1785 au secrétaire perpétuel de l'Académie de Besançon, François Nicolas Eugène Droz ; une lettre adressée à Justin Girod-Chantrans, président de la Société d'agriculture du Doubs, en 1811, au sujet du sucre de raisin ; douze de ses ouvrages seulement (alors qu'il en publia une centaine) ; et enfin un mince mémoire autographe de onze feuillets (conservé sous la cote Ms. Académie 36) : c'est cependant avec ce mémoire envoyé en 1772 en réponse à la question de concours proposée par l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Besançon que la carrière de chercheur Parmentier a vraiment commencé.

Parmentier en 1771-1772

La participation à ce concours coïncide avec un moment important de la vie de Parmentier où, sans l'avoir voulu, il va se retrouver dans une position beaucoup plus avantageuse qu'il n'aurait pu l'espérer. En 1763, à la fin de la guerre de Sept Ans, Parmentier [1] est revenu à Paris. Il a vingt-six ans ; il complète sa formation[2] ; en 1766, il obtient par concours la place d'apothicaire adjoint de l'Hôtel des Invalides, puis en devient apothicaire en chef en 1772. Il est alors bien malgré lui au centre d'un conflit entre l'administration royale et les religieuses Filles de la Charité chargées de la pharmacie et des soins aux soldats, qui voient dans le nomination d'un apothicaire-major une atteinte intolérable à leur situation[3]. Fin 1774, le roi cède aux religieuses, retire son brevet d'apothicaire-major à Parmentier, mais lui accorde une pension de 1200 livres par an, lui laisse la jouissance du logement de fonction, de son cabinet de travail et du jardin : c'est pour Parmentier, à trente-sept ans ans, le début d'une longue carrière de chercheur.

Le fait d'avoir été durant cette période, sans doute difficile pour lui, distingué pour son travail scientifique par l'Académie de Besançon, sera essentiel pour lui, comme il le confie à Droz dans une lettre du 26 mars 1773 en le remerciant pour ce premier prix décerné : « Il s'en faut que tous les hommes soient animés du bien public comme vous mon-

---

[1] Parmentier, pharmacien des hôpitaux des armées d'Allemagne de 1757 à 1763, a été remarqué pendant la guerre pour ses capacités et son dévouement. Fait prisonnier cinq fois, il sera à chaque fois compris dans une liste d'échange de captifs. Ces captivités en Allemagne ont été pour lui l'occasion de s'initier à la chimie, plus avancée qu'en France, et de découvrir l'ordinaire des camps de prisonniers : la pomme de terre, mais aussi d'observer à Hanovre la culture en ligne de ce légume qui en augmente la productivité.

[2] Cours de physique auprès de l'abbé Nollet ; cours du chimiste Rouelle dont il devient le préparateur ; cours de botanique auprès des frères Jussieu.

sieur, et je viens de l'éprouver il n'y a pas long tems. On m'avoit chargé d'un travail sur les pommes de terre, dont les dépenses sont toujours couteuses pour un jeune homme qui n'est pas riche et toujours chétives pour le ministre auquel elles deviennent utiles : le travail fait et préconisé par les scavans de tous les ordres qui avoient été consultés m'a été renvoyé comme étant inutile et ne valant pas la peine de l'impression. »[4]

L'Académie de Besançon en 1771-1772

L'Académie de Besançon, fondée en 1752, s'est dès ses premières années ouverte à bien d'autres sujets que l'histoire ou la littérature à quoi la limitaient les statuts d'origine. On soulignera le rôle essentiel joué par François Nicolas Eugène Droz, secrétaire perpétuel de la compagnie en 1767 à trente-six ans. L'économie, et entre autres l'agronomie, va être un des domaines où les académiciens de Besançon proposeront à partirdes années 1760 différentes études. Comme le souligne Jean Cousin[5], « l'Académie travaille tout d'abord sans ordre et passe d'un sujet à un autre, au hasard des curiosités de ses membres … elle mêle agriculture et commerce, élevage et industrie. Mais il est aisé de voir qu'il y a derrière cette diversité des soucis dominants : amélioration des techniques, accroissement des rendements. ». Plusieurs des sujets de concours proposés à partir de 1753 pour les arts en témoignent :

- 1754 : « Des moyens à employer pour augmenter l'activité du feu dans les fourneaux des salines, augmenter le produit du sel, diminuer la consommation du bois »[6]
- 1755 : « Les nouvelles branches de commerce que l'on pourroit établir en Franche-Comté, et les moyens de perfectionner celles qui y sont »[7]
- 1760 : « Les meilleurs moyens de perfectionner en Franche-Comté les manufactures de papier »[8]
- 1762 : « De la manière de perfectionner les tuileries »[5]
- 1763 : « De la nature des maladies épidémiques qui attaquent le plus souvent les bêtes à cornes ; des symptômes de ces maladies et moyens de les prévenir et de les guérir »[5]
- 1767 : « Serait-il plus utile en Franche-Comté de donner à chacun la liberté de clore ses héritages pour les cultiver à son gré que de les laisser ouverts pour le vain pâturage, après la récolte des premiers fruits ? » L'Académie de Besançon propose là une réflexion sur un sujet d'actualité : le droit de vaine pâture, cette pratique qui permettait aux plus pauvres d'entretenir une ou deux têtes de bétail, même sans posséder de terre, en les faisant paître gratuitement sur les terres appartenant à d'autres après la moisson (ou la première coupe pour une prairie), opposé à la liberté de clore ses propres terres pour y pratiquer une agriculture plus intensive grâce aux nouvelles façons de cultiver[9].
- 1771 : « Aménagement des bois en Franche-Comté »

---

[3] R. Massy, « A l'apothicairerie de l'Hôtel Royal des Invalides. Le conflit de 1772 entre l'administration et les Filles de la Charité », *Revue d'histoire de la pharmacie*, n° 142, 1954, p. 315-324.
[4] BM Besançon, Ms. Z 605.
[5] Jean Cousin, *L'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Besançon. Deux cents ans de vie comtoise (1752-1952). Essais de synthèse*, Besançon, 1954.
[6] BM Besançon, Ms. Académie 15
[7] BM Besançon, Ms. Académie 16
[8] BM Besançon, Ms. Académie 21
[9] BM Besançon, Ms. Académie 28. L'auteur du mémoire couronné, Ethis de Novéant, commissaire provincial des guerres, premier secrétaire de l'intendance de Franche-Comté, se prononce énergiquement en faveur de la liberté de clôture, se faisant ainsi l'écho de l'opinion des académiciens bisontins, pour la plupart propriétaires terriens. Le droit de vaine pâture, supprimé par édit royal dès 1761 en Béarn, Bourgogne, Champagne et Lorraine, le sera en 1769-1771 en Franche-Comté.

Les travaux des académiciens bisontins ont par ailleurs porté très tôt sur la question des farines de substitution, à une époque où le pain constitue l'alimentation de base[10]. En 1768, l'Académie avait proposé un sujet qui préfigure celui de 1772 : « Quelles sont les différentes espèces de grains, de légumes et de plantes dont la culture jusqu'ici inconnue ou négligée en Franche-Comté, peut y être introduite avec succès ? »[11]. En 1772, la question posée : « Indiquer les végétaux qui pourroient suppléer en tems de disette à ceux que l'on employe communément à la nourriture des hommes, et quelle devroit en être la préparation ? » a pris en compte la famine des années 1769-1770[12].

L'Académie va recevoir huit mémoires en réponse :

		auteur	*devise*		*dimensions*
1	coté 1	Parmentier	De la cruelle faim le besoin consumant // semble étouffer en nous tout autre sentiment [Voltaire, *Henriade*]	11 ff.	36,5 x 25 cm
2	coté 2		In sudore vultus tui vesceris pane [Genèse, 3, 16]	28 ff.	22,8 x 17,5 cm
3	non coté		Sub umbra cibus, potus, quies et perfugium	12 ff.	21,5 x 16,5 cm
4	coté 3		Deus cuique mandavit de proximo [Eclesiaste]	24 ff.	29 x 18,8 cm
5	coté 4		De necessitatibus meis eripe me, Domine [Psaume 21]	6 ff.	24,2 x 19,5 cm
6	coté 5		Jejunus stomachus raro vulgaria temnit [Horace]	14 ff.	22,8 x 17 cm
7	coté 6	père Prudent de Faucogney	Haec inspicere, haec discere, his incumbere, none transilire est mortalitatem suam; et in meliorem transcribi sortem [Sénèque]	17 ff.	31,5 x 21 cm
8	coté 7		Sine ludicris artibus, atque etiam sine considicis olim satis felice fuere futuraeque sunt urbes, at sine agricultoribus nec consistere mortales nec ali posse manifestum est [Columelle]	19 ff.	30,8 x 21 cm

Seuls deux auteurs sont identifiés : Parmentier pour le mémoire coté 1, qui reçoit le premier prix ; le « père Prudent de Faucogney » pour le mémoire coté 6 qui obtient

---

[10] Les auteurs des mémoires envoyés en réponse au concours de 1772 montrent bien cette obsession du pain : ainsi « Puisque moralement parlant on ne peut se passer de pain, faisons voir que toutes ces racines peuvent en donner » (6e mémoire, coté 5) ; « La base de nos aliments, c'est le pain ... c'est la nourriture la plus conforme à notre constitution, celle dont la plupart des nations depuis l'enfance du monde jusqu'à présent font non seulement un usage journalier, mais qu'ils estiment encore d'avantage ; il seroit donc dangereux de changer l'ordre établi, et de s'abstenir de faire une espèce de pain, lors même que les frumentaires ordinaires manquent ... on doit interroger la nature et chercher sa subsistance dans les végétaux farineux qui par eux-mêmes ou mélangés avec les farines ordinaires peuvent faire un pain » (père Prudent de Faucogney).

[11] BM Besançon, Ms. Académie 28.

[12] Outre la disette, cette grave crise frumentaire entraîne une tentative de réglementation du commerce des grains (création d'un stock royal de blé en 1770-1771 ; contrôle de la circulation des subsistances entre les provinces), impopulaire et qui provoque des rumeurs de « pacte de famine », unissant le roi et les riches dans une spéculation contre les pauvres.

un accessit : il s'agit de Joseph Hippolyte Vauchot[13] (1743-1792), religieux capucin, qui sera successivement hôte des couvents de Baume, Faucogney en Haute-Saône, Belfort et Besançon. C'est un érudit local, habitué des concours de l'Académie de Besançon : il obtient un accessit pour ses mémoires en réponse aux concours de 1771 (sur le meilleur aménagement des forêts de Franche-Comté) et de 1776 (éloge historique de Nicolas Perrenot de Granvelle) ; en 1778, il est couronné pour deux mémoires, l'un sur « les anciens monuments romains qui se trouvent en Franche-Comté », l'autre sur un sujet typique des préoccupations agronomiques de l'Académie : « Quels sont les caractères et les causes d'une maladie qui commence à attaquer plusieurs vignobles de Franche-Comté, et les moyens de la prévenir ou de la guérir ? »[14].

Tous les autres auteurs sont également comtois comme le père Prudent.

Le manuscrit de Parmentier … et une légende tenace

Le mémoire envoyé par Parmentier se compose donc de onze feuillets de 36,5 sur 25 cm. L'enveloppe cachetée qui permettait d'identifier l'auteur du mémoire a été conservée : à l'extérieur la citation choisie, en l'occurrence deux vers de la *Henriade* de Voltaire, chant X :

« De la cruelle Faim le besoin consumant
Semble étouffer en nous tout autre sentiment »[15]

et à l'intérieur la même citation avec le nom de Parmentier « apothicaire major de l'hôpital royal des Invalides ».

En haut du premier feuillet, figure le n° donné au mémoire par Droz lors de sa réception, avec la signature du secrétaire perpétuel ; au verso du dernier feuillet, blanc, toujours de la main de Droz : « couronné pour les arts ».

Parmentier l'a organisé en deux parties, précédées d'une introduction. La première partie est consacrée à la comparaison expérimentale de l'amidon de la pomme de terre avec celui du blé ; la seconde examine une série de végétaux indigènes, des « plantes qui n'ont pas la réputation d'être alimentaires et que j'ai trouvé cependant nutritives » : le marron d'Inde, le gland, le chiendent, la racine de bryone dioïque (Bryona diaoica), le colchique et le glaïeul, ainsi que l'arum ou gouet tacheté (Arum maculatum). Il conclut cette partie en indiquant : « J'ai cru ne pouvoir mieux faire que de donner à ces fécules [les différents végétaux qu'il vient de passer en revue] *pour excipent les pommes de terre qu'on trouve maintenant partout et dont la culture ne sauroit être trop multipliée* »[16]. On sent dans sa conclusion qu'il a déjà compris que ces plantes sont sauvages, peu abondantes, et que seule la pomme de terre peut se cultiver sur une telle échelle qu'une famine ou même une disette deviennent impossible.

---

[13] Ou Vauchoz. Tous ces éléments biographiques sont dus à l'excellente *Prosopographie des Capucins de la province Saint-André de Bourgogne, dite de la Franche-Comté*, de Dominique VARRY, en ligne : http://dominique-varry.enssib.fr/sites/dominique-varry.enssib.fr/files/Capucins.pdf

[14] Son étude est imprimée la même année à Besançon sur ordre de l'intendant Lacoré.

[15] Alors que tous les autres concurrents ont choisi une devise latine, biblique ou classique, Parmentier choisit un auteur contemporain et de plus une figure emblématique des « Philosophes ».

[16] C'est moi qui souligne.

C'est un mémoire où Parmentier inaugure la chimie alimentaire, avec la mise en œuvre d'un protocole expérimental rigoureux et la prudence des conclusions. C'est le premier jalon dans ses recherches : prouver que la substance la plus utile des végétaux est l'amidon ; il a expérimenté lui-même les mélanges qui peuvent aider à convertir cet amidon en un pain supportable (« j'ai eu un pain doré levé, très blanc, de bonne odeur, n'ayant d'autre deffaut que d'être un peu fade »), ou du moins en une sorte de pâte propre à être mangée en soupe. Parmentier n'est pas un botaniste mais un spécialiste de la chimie alimentaire, un nutritionniste et un agronome.

Une légende tenace veut que Parmentier ait introduit la pomme de terre en France[17] ; on indique souvent également que son mémoire de 1772 présente ce légume comme une alternative au blé et aux diverses céréales pour l'alimentation.

Or Parmentier n'a jamais revendiqué un quelconque mérite de découverte du tubercule : dans son mémoire, il écrit « les pommes de terre qu'on trouve maintenant partout » ; il rappelle son expérience personnelle : « Nos soldats ont considérablement mangé de pommes de terre dans la dernière guerre[18] ; ils en ont même fait excès, sans avoir été incommodés ; elles ont été ma seule ressource pendant plus de quinze jours et je n'en fus ni fatigué, ni indisposé. ». Il cite également « le mémoire que M. le chevalier de Mustel a publié sur les pommes de terre » : il connaît donc bien l'œuvre de l'agronome normand François Mustel (1719-1803), qui publie en 1767 un *Mémoire sur les pommes de terre et sur le pain économique* et en 1770 un *Mémoire sur la culture des pommes de terre*, et qui cherche à la même époque à encourager la culture de la pomme de terre en Normandie.

Par ailleurs, il ne propose pas dans son mémoire la pomme de terre comme un aliment en soi, mais cherche à montrer qu'on peut fabriquer grâce à elle et à d'autres racines du pain. Et on constate que sur les huit mémoires reçus par l'Académie, à l'exception du troisième (non coté), qui n'envisage qu'une solution, à savoir la « plantation d'arbres chataigners ou maroniers le long des bords des chemins à voitures de chaque territoire », tous les autres mémoires citent… la pomme de terre.

Le mémoire coté 2 indique d'emblée : « il s'agit de trouver une nourriture pour les pauvres (...) et je la découvre principalement dans les pommes de terre dont on peut faire usage toute l'année » ; l'auteur propose ensuite un véritable traité sur ce tubercule, en donnant « une notion de leur origine, de leurs noms et espèces ; du climat, du terroir et de l'engrais qui leur sont propres ; de leur plantation, du choix de celles qu'on doit semer, de leur culture et récolte, enfin des précautions pour les conserver. » Ce développement occupe neuf feuillets sur les vingt-quatre du mémoire [19] et l'auteur précise dans sa conclusion : « J'ai insisté d'une manière particulière sur les pommes de terre parce qu'elles m'ont paru mériter la préférence sur les autres végétaux, soit parce qu'elles réussissent dans tous les lieux où l'on en cultive, dans les hautes montagnes comme dans le plat païs, soit parce

---

[17] Si cette légende est renforcée à la fin du XIX[e] siècle, quand la Troisième République intègre Parmentier à ses gloires nationales, mais en le limitant à « l'invention » de la pomme de terre, elle semble dater déjà du vivant du savant : d'après Cuvier, dans l'éloge de Parmentier qu'il prononce devant l'Académie des sciences le 9 janvier 1815, sous la Révolution, un député se serait opposé à la nomination de ce dernier à un poste car « Il ne nous fera manger que des pommes de terre ; c'est lui qui les a inventées ! ».

[18] La guerre de Sept Ans, 1756-1763.

qu'elles sont à l'abri de la grêle et moins exposées aux autres injures du temps, soit parce qu'on peut s'en servir toute l'année (...) soit enfin à cause de leur grande utilité non seulement relativement aux hommes, mais au bétail même. »

Dans le quatrième mémoire (coté 3), l'auteur, qui dit préférer le goût du topinambour, concède cependant : « La pomme de terre, quoique inférieure au topinambour, sera d'un plus grand raport et plus avantageuse au public non seulement dans le tems de disette mais encore toute l'année aux habitans des campagnes et même à ceux des villes » ; il indique qu'elle est cultivée en Alsace, « dans la Lorraine allemande », en Hongrie, « dans un partie des Pays impériaux et dans la Novre (en Hanovre ?) », elle est « connue dans cette province (en Franche-Comté) ». Dans un développement très précis sur les techniques de plantation de ce légume, l'auteur cite la méthode du « sieur Berthet marchand rue St Paul <qui> a un jardin dans les Chaprais[20], et dans un cinquième de journal, il a eu vingt sacs de pommes de terre de cinq mesures chacun » : il les plante « à deux pieds les unes des autres » et les bute jusqu'à trois fois, ce qui lui assure une récolte abondante, alors qu' « à la Vèze, à Saone[21] et autres villages circonvoisins » où on les plante serrées et sans les buter « le journal ne raporte que deux cent cinquante mesures, la plus part grosses comme moyennes pommes, puis comme des pommes d'apy et meme comme des noix ». Le développement sur les pommes de terres occupe les ff. 6v° - 10 de ce mémoire qui en compte vingt-quatre.

Dans le 6e mémoire [coté 5], une anecdote atteste de l'utilisation de la pomme de terre pour fabriquer du pain en Franche-Comté : « Un curé de cette province a voulu donner il y a deux années un exemple à ses paroissiens en mangeant un pain fait avec moitié pommes de terre et moitié farine de froment. Les paysans ne s'étant rendus qu'avec peine pour l'imiter s'en sont bien trouvés et ont remarqué la grand profit qu'ils faisoient par cette économie : on en a fait l'expérience dans cette ville »[22]. Ce mémoire évoque comme le fait Parmentier l'utilisation de la pomme de terre en Allemagne par les troupes, lors de la guerre de Sept Ans : « Dans la guerre dernière en Allemagne une division de dix huit mille hommes, commandée par M. le marquis de Castries, fut obligée d'aller de fort loin secourir la ville de Wesel (...) le général qui n'avoit pas de quoi faire subsister son armée ordonna (...) de faire faire du pain (...) avec des pommes de terre qui croissent en abondance dans les champs de la campagne et dont les Allemands nourrissent leurs bestiaux : ce pain fait de simples pommes de terres nous parut peu satisfaisant, et ragoutant » et l'auteur, comme celui du mémoire coté 3, conseille les « poires de terre appelées topinambours ... plus savoureuses et plus saines ». Il ajoute à propos tant des pommes que des poires de terre : « on cultive l'une et l'autre de ces plantes seulement dans nos jardins : il devroit valoir qu'on en planta beaucoup dans les champs. ».

---

[19] En fait, plus de 50 % du mémoire est consacré à la pomme de terre : les ff. 2v° à 14, les ff. 14v° - 16 étant consacré au maïs et au pois, et toute la seconde partie (ff. 17-23) au vin.

[20] Quartier de Besançon, qui restera rural jusque dans la seconde partie du XIXe siècle

[21] Villages au sud de Besançon

[22] On trouve une anecdote semblable apparait dans le mémoire coté 2, mais sans qu'elle soit localisée : « Il y a quelques années qu'un curé françois imagina et mit en usage dans sa paroisse où il se trouvoit un grand nombre de pauvres la nourriture suivante qui eut, dit-on, tout le succès qu'on en pouvoit attendre » et la composition du pain est ainsi décrite : « Deux livres de riz (...) sept livres de pommes de terre (...) une livre de courge (...) une livre et demie de carottes ou racines jaunes (...) une livre et quart de raves ou navets (...) six onces de beurre (...) du sel ».

Le père Prudent se contente d'évoquer le tubercule car, dit-il (7e mémoire, coté 6) : « Les différentes expériences qu'on a aussi[23] fait sur les pommes de terre me dispensent également d'en parler ; je dirai seulement deux mots de leur véritable préparation ... que nous ne mettons point en usage dans nos cantons » ; il conseille « une pratique toute simple ... déjà en usage chez les allemands et les anglois ».

Même remarque chez l'auteur du dernier mémoire (coté 7) : « Tout le monde connoit l'avantage qu'on peut tirer des pommes de terre pour suppléer au froment dans les païs où il est rare. Depuis longtems on en a usé, plus de la moitié de l'Europe s'en nourrit » ; il cite les recherches du bernois Samuel Engel (1702-1784) et donne un long extrait de son ouvrage *Traité de la nature, de la culture, et de l'utilité des pommes de-terre par un ami des hommes* [24].

C'est en fait l'auteur du 5e mémoire (coté 4) qui aurait pu être couronné, si l'enjeu du concours avait porté uniquement sur le choix d'un tubercule salvateur ; en effet, il ne propose qu'une seule solution en temps de disette : après avoir passé en revue diverses herbes et légumes, puis les châtaignes et les glands, dont il dit qu'il vaut mieux les réserver aux animaux, il conclut : « Il est une plante dont on peut tirer avantage, c'est la pomme de terre apellée aussi patate, truffe, morelle, etc. (…) tous nos bons agriculteurs modernes ne cessent d'en faire l'éloge et d'en détailler la culture et l'emploi. *Cette grande célébrité m'a même fait longtems balancer à la proposer dans ce mémoire, on a honte d'indiquer ce qui est connu de tout le monde*[25] » ; il continue par des explications précises sur leur culture, qu'il pratique lui-même. Mais son mémoire manque de précision scientifique.

Il faut par ailleurs rappeler que le 28 juillet 1755, un des académiciens, Le Vacher, chirurgien-major de l'hôpital de Besançon, avait lu à ses confrères un « Mémoire sur l'usage des pommes de terre appelées topinambours »[26] ; il s'agit bien de la pomme de terre, car il précise : « Travaillant cet hiver à vérifier quelque usage particulier au sujet des pommes de terre appelées par Gaspard Bauhin *Salanum* [sic] *tuberosum esculentum* et par Henry *heliantemum tuberosum*, et en françois *topinambours* (...) Elles se mangeoient selon Bauhin cuites sous la cendre ou rissolées ; elles sont à présent depuis plus de deux siècles, particulièrement en Bourgogne, l'aliment assés ordinaire des gens de la campagne » ; Le Vacher connaît donc son compatriote, Gaspard Bauhin, qui dans son *Phutopinax seu Enumeratio plantarum ab herbariis nostro seculo descriptarum* (Bâle, 1596) donne la première description botanique précise de la pomme de terre[27] ; tout comme d'ailleurs l'auteur du 6e mémoire qui cite « le célèbre botaniste <qui les> nomma Solanum tuberosum luculentum ». Le Vacher, tous comme les auteurs des mé-

---

[23] Le père Prudent vient de parler des épinards, au sujet desquels il signale « l'essai de M. Dorey inserré dans la feuille hebdomadaire de la Franche Comté (17 juillet n° 29) ».
[24] Antoine CHAPUIS, Lausanne, 1771. Le père Prudent indique qu'il cite le texte d'Engel publié « en abrégé dans un Journal des Sçavans de janvier dernier ».
[25] C'est moi qui souligne
[26] BM Besançon, Ms. Académie 6, f. 59v° - 60v°.
[27] Paul DELSALLE, « Les frères Bauhin et la pomme de terre aux XVIe et XVIIe siècles », *La pomme de terre de la Renaissance au XXIe siècle* », 2011, p. 19-28 et 396-398.

moires, cherche à montrer que cette racine peut faire « un très bon amydon, une poudre à cheveux très fine, et même d'assés bon pain (...) Cette substance farineuse et alimentaire, jointe avec une égale quantité de farine de froment, fait du pain tel que celui que j'ai eu l'honneur de présenter icy ».

Ce n'est donc pas sur la question de la pomme de terre que l'Académie de Besançon a fait le choix de couronner le mémoire de Parmentier. Le mérite de l'Académie aura été non seulement de choisir le meilleur mémoire sur le plan scientifique, mais peut-être aussi d'avoir perçu en Parmentier celui qu'il deviendra : le chercheur, le nutritionniste et l'hygiéniste, l'infatigable vulgarisateur, à l'aube d'une infinité de travaux scientifiques fondés sur l'expérimentation, complétés par des campagnes de sensibilisation pour convaincre la masse de la population : celui qui multipliera les publications, qui saura cibler son public (ainsi les femmes, pourvoyeuses de nourriture par excellence, avec son *Avis aux bonnes ménagères des villes et des campagnes sur la meilleure manière de faire leur pain* ou cette véritable encyclopédie pratique de l'agriculture en huit volumes parue sous le titre d'*Économie rurale et domestique* destinée à la *Bibliothèque universelle des dames*), celui qui parcourra la France pour étudier aussi bien les céréales que la châtaigne, le maïs, le sucre de raisin et de betterave, les produits laitiers… et qui se fera aussi le lobbyiste d'un tubercule.

Annexe : les végétaux cités dans les mémoires

		1	2	3	4	5	6	7	8
POMME de TERRE		**x**	**x**		**x**	**x**	**x**	**x**	**x**
arum tacheté [racine] (« pied de veau »)	*Arum maculatum*	x							x
asphodèle [racine]	*Asphodelus*							x	x
aubépine [fruit = cenelle]								x	
bryone dioïque (« racine de brionne »)	*Bryonia dioica*	x							
céleri									x
céréales autres que le blé [28]					x				
châtaigne / marron		x		x	x	x	x	x	x
châtaigne d'eau (« echarbot » en Franche-Comté)	*Trapa natans*						x		x
chicorée [racine]	*Cichorium intybus* L.							x	x
chiendent [racine]	*Elymus repens*	x						x	x
chou sauvage (« chara ») [racine]	*Crambe maritima*								x
citrouille / courge / potiron					x		x	x	
colchique [racine]		x						x	
cynorrhodon								x	
dent de lion [racine]	*Taraxacum*								x
edelweiss [racine] (« pied de lion »)									x
faîne (« gland du hêtre »)							x	x	x
fève/ haricot							x	x	
folle avoine ou averon	*Avena fatua*								
fougère femelle [racine]	*Athyrium filix-femina*							x	x
fraisier [racine]									x
gesse à feuille de lin (« orobe ») [racine, graine]	*Lathyrus linifolius*							x	

gesse tubéreuse (« gland de terre »).	*Lathyrus tuberosus* L.								x
gland du chêne		x			x	x	x	x	x
houblon							x		x
iris / glaïeul [racine]		x							
lupin							x		
macéron [racine]	*Smyrnium olusatrum* L.								x
maïs (« blé de Turquie », « turquet ») [29]			x				x		x
mélampyre des champs (« blé de vache »)	*Melampyrum arvense*							x	
morelle noire [racine]	*Solanum nigrum*								x
mouron des champs (« aspargoule »)	*Anagallis arvensis*							x	
noix / noisette					x				x
orchis mâle [racine] (« satyrion »)	*Orchis mascula*								x
ortie [racine]									x
pavot blanc	*Orchis mascula*							x	
pignon de pin							x		
pin [aubier, écorce)								x	
pois			x						
pomme / poire					x		x		x
Ranunculus pratensis [racine]									x
rave / navet							x		x
salsifis (« cercifis »)							x	x	x
scabieuse [racine]									x
sceau de Salomon (« genouillet » en Franche-Comté) [racine]								x	
scorsonère [racine]							x		x
serpolet [racine]									x
topinambour (« poire de terre »)					x		x		
trèfle pied-de-lièvre	*Trifolium arvense* L.							x	

[28] Millet, épeautre, riz (proposition d'utiliser les étangs pour le semer).
[29] Dans le Haut-Jura, je ne connaissais dans mon enfance que le « turquis », avant de découvrir qu'il s'agissait du maïs...

L'ŒUVRE DE RAYNAL
UNE MACHINE AU SERVICE DU PROGRÈS

par

Gilles BANCAREL *et Henri* TACHOIRE *de l'Académie de Marseille*

La découverte de la face cachée de l'*Histoire des deux Indes* de l'abbé Raynal, œuvre majeure du siècle des Lumières, illustre de façon spectaculaire l'action décisive des académies en faveur du progrès. Sous l'impulsion du philosophe Raynal, de nombreux concours académiques seront mis en place à travers l'Europe qui participent de façon singulière à la diffusion de son œuvre et à l'application de ses idées. Par son action philanthropique, Raynal vulgarise dans l'esprit public l'idée de progrès au service du genre humain. Cette entreprise sera couronnée par le succès exceptionnel de l'ouvrage et par la reconnaissance et le triomphe des idées humanistes qu'il porte : l'abolition de l'esclavage et les Droits de l'homme et du citoyen. La réussite de la machine mise en œuvre par Raynal se mesure, deux cents ans plus tard, à l'aune des travaux consacrés à cette œuvre qui ont donné naissance à la Chaire UNESCO *Relations et apprentissages interculturels* et aux manifestations du tricentenaire en cette année 2013.

La communication abordera l'activité éditoriale de l'auteur en parallèle avec la mise en place des nombreux prix qu'il fonda dans plusieurs académies européennes, dont ceux de l'Académie de Marseille, et leurs lointains prolongements.

L'impact de l'*Histoire philosophique et politique des établissements et du commerce des Européens dans les deux Indes* de l'abbé Guillaume-Thomas Raynal (1713-1796) reste encore aujourd'hui mal connu. On retient le plus souvent de cette œuvre monumentale qu'elle est celle du précurseur de la lutte contre l'esclavage et le *« best-seller »* du siècle des Lumières. On y a découvert depuis un des traits d'union entre l'histoire des révolutions américaine et française et le premier traité sur la mondialisation. L'ouvrage monumental, qui connaîtra trois éditions successives publiées en 1770, en 1774 et en 1780, tour à tour frappé par la censure, condamné par le Parlement et brûlé par la main du bourreau en place publique, sera interdit aux lecteurs du vivant de son auteur et connaîtra ainsi une importante production d'éditions contrefaites et interdites. Raynal, poursuivi et menacé, trouvera refuge dans les cours étrangères, auprès de Frédéric II en particulier, où il deviendra membre de l'Académie de Prusse et où il commencera à mettre en place ses premiers concours académiques qui devaient essaimer à travers l'Europe et bien au delà.

Mais ses prises de positions au lendemain de la Révolution auront raison de son succès et sa lettre à l'Assemblée nationale du 31 mai 1791, qui dénonce les excès du nouveau régime et vient servir de dernier rempart au Roi qui sera arrêté une semaine

plus tard à Varennes, plongeront définitivement son œuvre dans l'oubli : « *J'ose depuis longtemps parler aux rois de leurs devoirs ; souffrez qu'aujourd'hui je parle au peuple de ses erreurs, et à ses représentants des dangers qui nous menacent. Je suis, je vous l'avoue, profondément attristé des crimes qui couvrent de deuil cet empire. Serait-il donc vrai qu'il fallut me rappeler avec effroi que je suis un de ceux qui, en éprouvant une indignation généreuse contre le pouvoir arbitraire, ont peut-être donné les armes à la licence ? La religion, les lois, l'autorité royale, l'ordre public, redemandent-ils donc à la philosophie, à la raison, les liens qui les unissaient à cette grande société de la nation française, comme si, en poursuivant les abus, en rappelant les droits des peuples et les devoirs des princes, nos efforts criminels avaient rompu ces liens ? Mais non, jamais les conceptions hardies de la philosophie n'ont été présentées par nous comme la mesure rigoureuse des actes de la législation* […]. »

Redécouvrir, plus de deux siècles plus tard, le succès de cette œuvre ce n'est pas seulement prendre conscience de son impact à travers les éditions qui sortirent des presses d'une multitude d'imprimeurs à travers le monde, c'est aussi comprendre comment l'aventure de ce livre était profondément inscrite dans le réseau académique dans le but de conquérir l'Europe savante et de servir aux progrès des Lumières.

Pour soutenir cette entreprise de communication, mais aussi pour diffuser l'image de l'illustre bienfaiteur, les concours organisés par Raynal au sein des académies de l'Europe entière jouent un rôle capital, souvent mal connu et sous-estimé. Ils apparaissent comme un véritable instrument au service d'une œuvre en construction, mais aussi comme un véritable outil pédagogique pour la diffusion des idées nouvelles.

Le philosophe, qui dispose d'une certaine fortune fruit d'une activité éditoriale incessante, décide, à partir des années 1780, de consacrer sa fortune à la mise en œuvre de différents concours qui renvoient plus ou moins directement à son œuvre. Ainsi, on a identifié pas moins de vingt-cinq concours proposés et financés par l'abbé Raynal dans plusieurs académies européennes, dont le premier, celui déposé en 1780 à l'Académie de Lyon, reste le plus emblématique.

Le prix de l'Académie de Lyon, un prix emblématique

De retour d'exil, c'est le 25 août 1780 que Raynal assiste à la séance solennelle de l'Académie de Lyon et y fonde un prix à attribuer à la Saint-Louis sur les *Avantages et les désavantages de la découverte de l'Amérique*.

Le prix, intitulé : « *La découverte de l'Amérique a-t-elle été utile ou nuisible au genre humain ? S'il en est résulté des biens, quels sont les moyens de les conserver et de les accroître ? Si elle a produit des maux quels sont les moyens d'y remédier ?* », sera proposé par plusieurs autres académies en Europe, aux Amériques et aux Indes et sera prolongé jusqu'à l'heure de la Révolution française avant d'être abandonné pour sa hardiesse par l'Académie de Lyon.

Par l'intermédiaire de l'Académie de Lyon, le prix de Raynal venait de franchir les frontières du royaume. Le sujet était en effet, peu de temps après, soumis à la réflexion des académiciens d'autres continents. Ainsi, dans la même année, l'*American Philosophical Society* propose à Philadelphie le sujet de l'Académie de Lyon à qui les mémoires doivent être adressés. Les académies accompagneront, une douzaine d'années durant, les problèmes étudiés par l'abbé Raynal et qui constituent l'essence même

de son livre l'*Histoire des deux Indes*. De cette manière, l'Académie jouissait du prestige du « philosophe » et bénéficiait de l'aura de l'historien reconnu tandis que l'œuvre de Raynal profitait de la promotion exceptionnelle du réseau académique. Raynal obtenait ainsi le soutien de la librairie officielle pour la promotion d'un prix qui renvoyait implicitement à un ouvrage condamné et imprimé clandestinement. On découvre ainsi que le concours de l'Académie de Lyon s'intègre à la stratégie éditoriale mise en place par l'auteur pour enrichir et promouvoir son livre. En effet, tous ceux qui concouraient aux prix proposés avaient lu son ouvrage.

Mais l'intérêt le plus important pour Raynal était ailleurs. Non seulement les mémoires fournis venaient enrichir une réflexion poursuivie par le philosophe depuis de nombreuses années, mais les auteurs de ces mémoires devenaient des informateurs de l'abbé. L'émulation suscitée par la lecture de son œuvre et la participation au concours académique servaient d'appel à la collaboration pour une œuvre universelle, collaboration à laquelle l'auteur encourageait publiquement en faisant «annoncer dans le plus de journaux et de gazettes qu'il avait pu, le prix qu'il venait de proposer». Soucieux de ne rien perdre de ce qui pourrait enrichir son œuvre, Raynal pouvait alors écrire à Ostervald, son éditeur suisse de l'*Histoire des deux Indes*, pour lui parler du résultat des concours : *« J'ignore où vous en êtes de l'édition de l'Histoire philosophique si elle n'avait pas paru au mois d'août, vous y pourriez coudre le discours couronné, il y avait beaucoup d'autres imprimés. Ces mémoires auront un rapport direct avec mon ouvrage, et feraient une addition intéressante* […]. »

Par ce système, le candidat-lecteur se transformait en lecteur-collaborateur avec la réutilisation de son texte publié dans la dernière actualisation de l'ouvrage de Raynal. Alors, soucieux de participer à son entreprise et de collaborer à une œuvre devenue universelle, de nombreux écrivains engagés dans la littérature de voyage ou du commerce publièrent leurs travaux, pour servir de « suite », de « supplément » ou de « complément » à l'*Histoire des deux Indes*, devenant ainsi des informateurs privilégiés. L'ensemble de cette effervescence maintenue, dans l'Europe entière et bien au-delà, autour de l'objet de l'abbé Raynal, devait donner naissance à une importante littérature grise, mémoires contenant des observations directement adressées à l'auteur lui-même.

Peu après, alors qu'il se trouve à Marseille, à son retour d'exil, Raynal décide de poursuivre la mise en œuvre d'actions philanthropiques destinées à prolonger ses idées. C'est tout d'abord dans les réformes entreprises par son ami le ministre Necker que le philosophe trouva le moyen de mettre en application ses vues politiques par le soutien à la création de l'Assemblée provinciale de Haute Guyenne, présidée par l'évêque Champion de Cicé, en lui accordant une rente de vingt-quatre mille livres cédée à l'administration provinciale

Cette seconde assemblée provinciale, créée en 1779 à partir de l'ancienne généralité de Montauban, comprenait les anciennes provinces du Rouergue et du Quercy, ou les deux départements actuels du Lot et de l'Aveyron avec une partie du Tarn-et-Garonne. Elle est l'ancêtre de l'actuel Conseil général de l'Aveyron.

Dans la séance du 28 décembre 1789, la Société Royale d'Agriculture décerna un prix d'honneur à l'abbé Raynal, *« au nom de l'agriculture et de l'humanité »*. La Société, pour suivre les vues du fondateur, décida d'appliquer le généreux don de Raynal

à la distribution des instruments les plus simples, les plus aisés à manier, se rapprochant le plus possible des instruments ordinaires. Elle se proposa de faire participer à cette distribution les journaliers les moins aisés et de faire fabriquer, dans les manufactures françaises, les instruments agricoles qu'elle espérait améliorer. Une enquête fut ouverte par elle dans les diverses parties du royaume pour savoir quels étaient les instruments agraires les plus utiles. Cette enquête fut à l'origine d'une grande collection destinée à comparer ces instruments, à les modifier et à donner à la mécanique de cette époque un nouvel essor. À la dotation de 1 200 livres de l'abbé Raynal, la Société ajouta une somme de 500 livres prélevées sur les fonds qu'elle destinait au prix d'encouragement. Cet effort est certainement digne d'attention car on y trouve quelque analogie avec la pensée qui devait créer la collection du Conservatoire des Arts et Métiers.

En ce qui concerne le prix d'agriculture, la somme décernée par la Société Royale d'Agriculture devait être divisée en douze prix à partager entre les cultivateurs de la province de Haute Guyenne qui se feraient remarquer par quelque action louable, par une assiduité extraordinaire au travail, par la beauté de leurs bestiaux ou par la perfection de leurs cultures. Le même laboureur pouvait recevoir deux et même trois de ces prix de cent livres dans la même année. Ces encouragements pouvaient être accompagnés d'une médaille.

Dans sa séance du 13 octobre 1791, la Société Royale d'Agriculture, statuant sur le prix fondé par l'abbé Raynal, déclare : *« M. l'abbé Raynal ayant remis à la Société la somme de 1 200 liv. pour faire les fonds d'un Prix relatif à l'Agriculture, la Compagnie avait proposé en 1789, pour sujet de ce prix, qui devait être adjugé dans cette séance, la question suivante : Une Agriculture florissante influe-t-elle plus sur la prospérité des Manufactures, que l'accroissement des Manufactures sur la prospérité de l'Agriculture ? Les pièces envoyées au concours n'ayant nullement rempli les conditions du Programme, la Société a destiné à un autre Prix la somme que lui avait remise l'Abbé Raynal. »*

La Société propose pour sujet d'un prix de « *faire connaître, par une analyse chimique très soignée, les principes constituants de différentes terres comparées entre-elles relativement à leurs produits, de les classer d'après leur degré de bonté & d'indiquer en même temps la méthode la plus aisée, le plus à la portée des Cultivateurs, pour connaître la composition des différentes terres. Les Concurrents indiqueront l'état des terrains où ils auront pris les échantillons qu'ils ont analysés; ils feront attention à la situation, aux engrais qu'on y aura répandus, & aux plantes qu'on y aura cultivées antérieurement; ils joindront quelques-uns de ces échantillons à leurs écrits. La Société, en proposant cette question, désire surtout engager les Savants à faire une application sûre de la Chimie à une des principales branches de l'Agriculture, & mettre les Cultivateurs à portée de guider leur marche par des procédés très simples. Ce Prix, consistant en 1 200 livres ou en une Médaille d'or de pareille valeur, a été remis à la Société, en 1789, par M. l'abbé Raynal. Les Mémoires ne seront reçus que jusqu'au l^er^ novembre 1793. »*

« La Société d'Agriculture bien sûre de n'être désavouée par personne, ajoutera qu'elle s'est empressée de témoigner au nom des Agriculteurs, leur reconnaissance pour ce bienfait & leur vénération pour son Auteur. Elle a inscrit aussi, sur la liste de ses Membres correspondants, le nom de M. l'Abbé Raynal; & la postérité, après avoir loué ses talents & ses vertus, ajoutera à son éloge: il aimait aussi l'Agriculture ». Mémoires d'agriculture, 1789.

Avec la lettre qu'il adresse de Marseille à M. de Chastellux, le 25 avril 1788, nous connaissons avec précision l'étendue de l'ensemble des projets philanthropiques de Raynal par l'intermédiaire des académies : *« Vous êtes déjà instruit Monsieur, du projet que j'ai formé de fonder trois prix perpétuels de douze cents livres chacun, l'un dans l'Académie Française, les deux autres dans les Académies des Sciences et Belles-Lettres. Voudrez-vous bien employer vos soins pour en obtenir la permission de ces illustres corps ? Cette faveur sera la plus douce consolation de ma vieillesse. Chaque Compagnie aura le choix des matières; cependant si l'on daignait avoir quelque égard pour mes goûts particuliers, l'Académie Française proposerait un morceau d'Histoire, l'Académie des Sciences quelque chose relatif à la navigation pratique, et celle des Belles-Lettres un sujet aussi populaire que la nature de son institution le lui permettrait. S'il m'était permis d'avoir une opinion, je penserais qu'il conviendrait d'accorder aux concurrents deux années, pour les mettre à portée de présenter des Ouvrages dignes des suffrages des juges et de l'approbation du public. J'ai l'honneur d'être avec un respectueux attachement, Monsieur, votre très humble et très obéissant serviteur. Raynal. »*

De l'année 1780 à l'année 1790, on relèvera une quantité considérable de concours, souvent prolongés dans le temps, soumis à la réflexion des savants, scientifiques, écrivains qui donneront naissance à plusieurs inventions aujourd'hui oubliées comme les tables de Richer ou encore le compas à quatre branches de Leguin promu par la Convention nationale qui décidera d'en pourvoir les écoles de marine et les vaisseaux de la République.

On relèvera :

Académies de Lyon, Philadelphie, Madrid, Lisbonne, Londres, Calcutta (4 septembre 1781) : *La découverte de l'Amérique a-t-elle été utile ou nuisible au genre humain ? S'il en est résulté des biens, quels sont les moyens de les conserver et de les accroître ? Si elle a produit des maux quels sont les moyens d'y remédier ?*

Académies de Lyon, Philadelphie, Madrid, Lisbonne, Londres, Calcutta (4 septembre 1782) : *Quels ont été les principes qui ont fait prospérer les manufactures qui distinguent la Ville de Lyon ? Quelles sont les causes qui peuvent leur nuire ? Quels sont les moyens d'en maintenir et d'en assurer la prospérité ?*

Académie de Berlin (10 avril 1783) : *Quels sont les devoirs d'un historien, et quels doivent être ses talents ? Quels sont les historiens anciens et modernes qui ont rempli avec le plus de succès leurs obligations ? Les historiens modernes ont-ils plus ou moins de difficultés à surmonter que n'en eurent les anciens historiens ?*

À Lausanne (mars 1784) : *trois prix de vertu*

Académie de Marseille (25 août 1786 et 1787) : *L'extrême sévérité des lois tend-elle à diminuer le nombre et l'énormité des crimes dans une nation déjà dépravée.*

Académie de Marseille (1786) : *Les causes de l'accroissement du commerce de Marseille et les moyens d'en assurer la prospérité.*

Académie des Sciences (1788) : *Trouver, pour la réduction de la distance apparente de deux astres en distance vraie, une méthode sûre et rigoureuse qui n'exige cependant dans la pratique que des calculs simples et à la portée du plus grand nombre des navigateurs.*

Académie Française (25 août 1788) prix d'éloquence : *Discours historique sur la politique et le caractère de Louis XI.*

Société Royale d'Agriculture (1789) : *Une Agriculture florissante influe-t-elle plus sur la prospérité des Manufactures, que l'accroissement des Manufactures sur la prospérité de l'Agriculture ?*

Société Royale d'Agriculture (1789) : *Faire connaître, par une analyse chimique très soignée, les principes constituants de différentes terres comparées entre elles relativement à leurs produits, de les classer d'après leur degré de bonté & d'indiquer en même temps la méthode la plus aisée, le plus à la portée des Cultivateurs, pour connaître la composition des différentes terres. Les Concurrents indiqueront l'état des terrains où ils auront pris les échantillons qu'ils ont analysés ; ils feront attention à la situation, aux engrais qu'on y aura répandus, & aux plantes qu'on y aura cultivées antérieurement ; ils joindront quelques-uns de ces échantillons à leurs écrits.*

Académie de Lyon (15 décembre 1789) : *Quelles vérités et quels sentiments importe-t-il le plus d'inculquer aux hommes, pour leur bonheur ?*

Académie Française (25 août 1790) prix d'éloquence : *Quelle a été l'influence de la découverte de l'Amérique sur la politique, les mœurs et le commerce de l'Europe ?*

Académie des Inscriptions et Belles-Lettres (1790) : *Quels étaient les soins et les précautions que prenaient les Grecs et les Romains pour la police et la salubrité des villes et examiner si l'on peut tirer quelques avantages des lumières qu'ils nous ont laissées sur cette partie de l'administration.*

Académie de Lyon (1791) : *Dans l'état actuel de nos mœurs, quelles vérités et quels sentiments la philosophie et les lettres devraient-elles inculquer et développer avec le plus de force, pour le plus grand bien de la génération présente ?*

Académie des Inscriptions et Belles-Lettres (1791) : *Examiner quelle fut dans les gouvernements anciens l'influence des lois somptuaires, et quels effets elles pourraient produire dans les gouvernements modernes.*

Académie des Sciences (1792) : *Déterminer à la mer la latitude par une méthode sûre, à la portée du commun des navigateurs, et qui ne suppose pas l'observation immédiate de la hauteur méridienne d'un astre.*

Académie des Sciences (1793) : *Méthode pour trouver la latitude en mer autrement que par la détermination méridienne d'un astre.*

Académie des Sciences (1794) : *La meilleure montre de poche, propre à déterminer les longitudes de mer, en observant que les divisions indiquent les parties décimales du jour ; savoir, les dixièmes, millièmes et cent millièmes, ou que le jour soit divisé en dix heures, l'heure en cent minutes et la minute en cent secondes.*

Pour témoigner de la réussite de cette entreprise et de son efficacité, nous livrerons le témoignage de la *Gazette de Québec* du 23 décembre 1790 qui se fait encore l'écho des prix proposés par Raynal tout en invitant à y participer.

« La révolution qui vient de s'effectuer en France ne doit pas simplement être considérée comme un événement politique, comme un changement dans la forme du gouvernement, mais comme une Révolution dans les mœurs et dans l'opinion. Voilà l'effet de la littérature, qui une fois introduite dans un pays, y surmonte tous les obstacles qui s'opposent au progrès, et renverse enfin toutes les lois, coutumes et autorités qui ne sont pas fondées sur la base de la justice, de la vérité et de l'utilité publique.

Jamais Nation n'a peut-être fourni une preuve si frappante de l'influence de la littérature que les Français. Ne citons à présent que l'instance du célèbre Abbé Raynal.

Les Ecrits de ce grand homme, qui contiennent tant de vérités politiques et morales essentielles au bien-être du genre humain, étaient il n'y a que peu d'années regardés comme une exécration, et furent même brûlés par la main du bourreau. Cet auteur ami des hommes, qui n'écrivait que pour éclairer sur leurs intérêts les plus chers, sur leurs privilèges naturels dont on les avait indignement dépouillés, fut chassé de sa patrie. Il fut excommunié, anathématisé ; ses écrits sévèrement défendus parce qu'ils contenaient trop de vérités utiles aux hommes en général, mais préjudiciables aux intérêts de ceux qui tirent leur bien-être de l'ignorance et de la stupidité indolente du peuple. Il dessillait les yeux des aveugles, c'était un crime digne de la persécution, la plus acharnée – cependant que l'on juge de cet homme célèbre après avoir réfléchi que son zèle pour le bonheur de ses semblables n'a pu être ralenti, que son amour et son attachement pour sa patrie n'ont point été diminués par cet indigne traitement, par ses injustes persécutions. Il voyait et déplorait l'esclavage moral et politique de la France, aussi n'[es]*t-il pas resté oisif spectateur – il ne s'est pas fait une vertu d'une lâche inactivité et ses efforts n'ont point été sans succès, car c'est à ses écrits et à ceux d'autres écrivains qui depuis ont illustré la France, que nous devons une Révolution si intéressante pour le monde entier.*

O l'heureux changement ! Cette même nation qui ci-devant expatriait ses bienfaiteurs, a reconnu par la voix de ses représentants à la face de l'Univers, ses obligations qu'elle doit à la philanthropie éclairée de Raynal, elle a reconnu la pureté de ses intentions ; elle a rendu hommage à sa bienveillance, elle a enfin consacré une médaille frappée à son nom, en hommage de gratitude, et annulé les odieux arrêts de son parlement imbécile, qui étaient l'opprobre de ses annales et l'indignation de la philosophie.

Au reste la France n'a fait qu'expier par cette louable conduite le crime dont elle était coupable ; elle avait donné l'exemple de l'ingratitude la plus honteuse pour un état civilisé ; mais elle a réparé sa faute. Quant à M. Raynal il a fait pour la présente année des dons dignes de sa libéralité ; afin de promouvoir la littérature – ses dons consistent, en :

- 24 000 livres à l'Académie des Sciences,

- 24 000 livres à l'Académie Française,

- 24 000 livres à celle des Inscriptions et Belles Lettres,

- 24 000 livres à l'Assemblée provinciale de Guyenne, dont les intérêts seront proposés à divers établissements utiles.

D'ailleurs il a depuis plusieurs années proposé des questions avec des prix aux meilleurs écrits sur chaque sujet, sans distinction de Nation. Nous sommes fâchés que du nombre des questions proposées pour cette année il ne nous soit parvenu que les deux suivantes, à savoir :

« Quelle était l'influence des lois somptuaires dans les gouvernements anciens ; et quels effets elles peuvent produire dans les modernes ? »

« Quels moyens peut-on employer pour prévenir les banqueroutes ? »

PRIX 1200 pour chaque. – La discussion de ces sujets est ouverte aux Lettrés de toutes les nations. Il faut que les papiers soient envoyés avant le premier juillet 1791.

Qui est ce qui dira à présent que la France ne devait pas toute la reconnaissance dont elle est capable à un homme qui a employé toute sa vie et sacrifié sa fortune pour promouvoir non seulement la prospérité de sa patrie mais le bonheur de tout le genre humain. »

Le concours sur la sévérité des lois à l'Académie de Marseille

Dans son *Histoire de l'Académie de Marseille*, le Dr Jean-Baptiste Lautard – qui fut le secrétaire perpétuel de la compagnie de 1816 à 1855 – écrit : *« M. l'abbé Raynal, que son exil et sa mauvaise santé retenaient depuis long-tems à Marseille, voulut aussi consacrer une somme au développement d'une question d'utilité publique, et fit remettre douze cents livres au trésorier de l'Académie : ce qui mérite d'être remarqué c'est que ni la Compagnie, ni M. l'abbé Raynal, lui-même, ne voulurent d'abord se charger de déterminer le sujet du concours, et que ce ne fut qu'après un long combat de politesses, que l'Académie consentit enfin à prendre l'initiative à cet égard. »*

Dans le procès-verbal de la séance du 25 août 1786, on peut lire : *« Il a été délibéré à la pluralité des voix pour sujet du prix d'éloquence que l'académie doit donner à la St Louis 1787 Si l'extrême sévérité des loix diminue le nombre des crimes dans une nation déjà dépravée. »* Lautard nous apprend que *« M. l'abbé Raynal goûta fort cette question ; et dans une lettre infiniment flatteuse, il en félicita la Compagnie ».*

L'Académie décerna ce prix dans la séance du 19 août 1788. Le lauréat fut Claude Eymar (1748-1822), un négociant marseillais qui, un an plus tard, fit imprimer son discours avec l'accord de l'Académie. *« L'Académie* [écrit Jean-Baptiste Lautard]*, frappée de la clarté des idées et de la force des raisonnemens, autant que de l'éloquence de l'écrivain, le proclama vainqueur,* […] *; mais, par déférence pour le fondateur du prix, elle ne manifesta son opinion que lorsqu'elle eut acquis la certitude que celui-ci la partageait. »*

Nos archives conservent une copie de ce discours et les manuscrits – restés anonymes – de neuf des concurrents. Traduit en français, commenté par Voltaire et par Diderot, l'ouvrage d'un publiciste et économiste italien, philosophe des Lumières, Cesare Beccaria, connaissait alors un grand succès. *«* […] *les idées philanthropiques dont il fourmille, occupaient alors tous les esprits »*, écrit Lautard. Dans *Des délits et des peines*, Beccaria s'élevait contre la torture, l'inégalité devant les châtiments, l'atrocité des supplices. Tous les concurrents du concours académique marseillais partagent l'opinion de Beccaria. Le choix de leurs épigraphes est révélateur. Trois d'entre elles sont empruntées au même passage de *l'Esprit des lois* de Montesquieu (livre 6, Chap. 12, *De la puissance des peines*) : *« Il ne faut point mener les hommes par les voies extrêmes, on doit être ménager des moyens que la nature nous donne pour les conduire. Qu'on examine la cause de tous les relâchemens, et l'on verra qu'elle vient de l'impunité des crimes & non de la modération des peines. »*

Une autre épigraphe est empruntée au philosophe et historien Gabriel Bonnot de Mably : *« A mesure que les vices deviennent plus audacieux si les loix s'arment d'une sévérité nouvelle, il faudra donc ne donner aucune borne à notre cruauté ? Vous substituerez la roue au gibet ; mais qu'ajouterez-vous à la roue ? »*

Les auteurs réclament l'abolition des supplices et des marquages physiques, l'ap-

plication de *« peines plus douces et jugées plus efficaces, telles la prison et les travaux forcés »*, relève Hans Jürgen Lüsebrink qui ajoute : *« Deux* [des auteurs] *vont jusqu'à demander l'abolition de la peine de mort – même pour les crimes les plus graves. »* L'un d'eux a choisi pour épigraphe de son discours : *« La peine de mort considérée comme douleur non encore éprouvée est le moien le moins efficace pour arrêter les délits. »* Un autre cite Horace (satire 3 à Mecenas) : *« Il faut qu'il y ait une règle sûre, qui proportionne les peines aux crimes ; afin que vous ne fassiez pas battre de verges jusqu'à la mort celui qui ne mérite qu'une légère punition. »*

Dans le discours d'un concurrent, on peut lire : *« Quel étrange égarement de la raison ; quel excès de barbarie peut donc porter un homme à assassiner impitoyablement un semblable !* […] *C'est par des assassinats qu'on prétend arrêter les assassins ! L'horreur de ce forfait légal se montre au milieu d'une foule de spectateurs de toutes les classes, et de tous les âges : les yeux s'arrêtent sur ce spectacle barbare, et comptent sur les traits hideux du malheureux qui expire toutes les angoisses de la douleur. »*

Tous les auteurs expliquent de façon moderne et actuelle la criminalité.

En épigraphe de son discours couronné par l'Académie de Marseille, le lauréat Claude Eymar cite le grand duc de Toscane qui écrit, dans sa loi de réforme criminelle de novembre 1786 : « […] *nous avons finalement reconnu que l'adoucissement des peines associé à une grande vigilance pour prévenir les réactions et au moyen de l'expédition rapide des procès et de la rapidité et de la certitude des peines des vrais délinquants, au lieu d'accroître le nombre des délits, a considérablement diminué les plus communs et réduit de façon presqu'inouie les atrocités,* […]. *»*

Le discours d'Eymar révèle l'état d'esprit de la compagnie. Quelques citations l'illustreront :

« […] il vaut mieux n'avoir point de loix que de les avoir mauvaises. »

« […] la loi tend à détruire et à perdre, plutôt qu'à sauver et à corriger. »

« Les sublimes écrits de Montesquieu, de Rousseau, et de Beccaria, ont préparé les hommes de leur siècle à recevoir, à désirer même une révolution qu'on peut annoncer comme prochaine, s'il est permis de tirer quelque heureux présage de la fermentation qui semble agiter tous les esprits. » Eymar prend soin de préciser, en note : *« Ceci a été écrit avant 1788 »*

« Une peine, en premier lieu, doit être juste ; en second lieu, elle doit être douce et modérée. »

« […] tout gouvernement qui favorise l'inégalité, prépare de loin une foule d'injustices dans l'application et la distribution des peines. »

« La raison et la réflexion d'une part, d'autre part l'observation et l'expérience nous portent à refuser à la sévérité des peines la faculté de diminuer les crimes […]. *Plus les peines sont modérées, et plus le cercle pénal est vaste et divisible. »*

« Hommes d'état, je réduis pour vous ces maximes à une seule, et je l'emprunte de l'illustre philosophe Genevois. Il n'est point de méchant qu'on ne puisse rendre bon à quelque chose ». En note : *Contrat social*, liv. II, chap. 5.

Eymar évoque la situation du *« Dannemark, de la Suede et de plusieurs autres nations du Nord, toutes distinguées par la modération de leurs loix criminelles, et chez lesquelles rien n'est plus rare que les supplices. Il est universellement connu que, loin que la douceur pénale ait enhardi le crime, chez ces nations heureuses, elles voient beaucoup moins souvent que d'autres leur sein désolé par les entreprises des scélérats. »*

Au milieu de son discours, Eymar rend hommage au *« grand Leopold, tendre père de l'heureuse Toscane ! »* qui, dans son édit – déjà cité – de novembre 1786, *« a enfin reconnu que la douceur des peines, au lieu d'accroître le nombre des délits, l'a considérablement diminué et a rendu presqu'inouis les plus atroces. »*

« Une nation est corrompue [écrit Eymar], *lorsqu'une extrême inégalité dans les fortunes et les conditions y offre le spectacle de la plus déplorable misère à côté de l'opulence la plus fastueuse. Cette inégalité, signe infaillible d'un mauvais gouvernement, est mère et fille de tous les désordres. C'est au contraire, dans l'égalité qu'est le principe des mœurs publiques.* […]. *Une nation est corrompue, lorsque les hommes, placés déjà bien loin de la simplicité prescrite par la nature, se sont forgés une foule de besoins factices,* […]. *Une nation est enfin corrompue, lorsque les ames* […] *se concentrent dans l'amour propre, dans l'amour du moi personnel ; lorsqu'elles deviennent indifférentes au bien public ; et que chacun préfere son intérêt particulier à celui de la patrie. »* Mais Eymar n'oublie pas de rendre hommage aux *« anciens Marseillois »* chez qui, *« au rapport de Valere Maxime (lib. II, cap. 6), le glaive qui était destiné à l'exécution des criminels, ne pouvait plus servir à son usage, à cause de la rouille dont il étoit couvert. L'absence de crimes chez ce peuple sage n'avoit jamais fait sentir le besoin de renouveller cet instrument, à la fois nul et redoutable. »*

Eymar met l'accent sur les causes sociales de la criminalité, en particulier *« […] l'inégalité des fortunes et des conditions sociales, mais aussi l'immoralité des dirigeants de l'Etat face à la misère du peuple ».* Il écrit : *« N'est-il pas démontré qu'à fautes égales, le pauvre est infiniment moins coupable que le riche ? L'un transgresse la loi par force, et l'autre par réflexion et par choix ; l'un vole poussé par le besoin et par la faim, et l'autre par sa propre perversité.* […] *C'est l'orgueil et la dureté des riches, c'est le mépris dont le puissant couvre le faible, qui accoutument le peuple à se regarder comme un troupeau de bêtes de somme, uniquement destiné à l'usage de ses maîtres.* […] *A quel titre veut-on lui* [le peuple] *faire aimer et respecter les loix établies, quand il voit qu'elles n'existent que pour protéger le grand contre le petit, et celui qui regorge de richesses, contre celui qui n'a rien ? »*

Parmi tous les discours qu'elle a reçus, l'Académie de Marseille a couronné le plus « radical ». Claude Eymar adopte le point de vue de Rousseau qui, dans *Emile* (liv. III), écrit : *« S'il est quelque misérable état au monde où chacun ne puisse vivre sans mal faire, et où les citoyens soient frippons par nécessité, ce n'est pas le malfaiteur qu'il faut pendre, c'est celui qui le force à le devenir. »* Mais il ajoute aussitôt : *« Il est* […] *prouvé qu'une nation dépravée a des droits plus qu'une autre à la modération des peines.* […] *La douceur* [des peines] *et l'impunité ne doivent* […] *jamais marcher ensemble.* […] *qu'aucun malfaiteur ne puisse espérer de se soustraire à l'œil perçant de la loi et au bras vengeur de la justice. »* Il conclut : *« Heureuse la nation chez laquelle une jurisprudence amie de l'homme est tout ensemble la sûreté du juste et la terreur du méchant ! Plus heureuse encore celle où la rareté des crimes rend superflue la science difficile de les réprimer et de les punir ! »*

Cette année du tricentenaire de la naissance de Guillaume-Thomas Raynal a permis de montrer l'actualité de la question posée à Marseille en 1786 et d'apprécier, à sa juste valeur, une œuvre trop longtemps oubliée. En cette fin du XVIII^{e} siècle, le concours sur *la Sévérité des lois* illustre la part que prirent, dans *l'Esprit en progrès*, l'abbé Raynal et l'Académie de Marseille.

Sources

BANCAREL Gilles, *Guillaume-Thomas Raynal (1713-1796), bibliographie intellectuelle*. Thèse de doctorat, Université Paul Valéry, Montpellier III, 22 juin 2002.

BANCAREL Gilles, *Raynal ou le devoir de vérité*. Honoré Champion, Paris (2004).

BANCAREL Gilles et ROSSI François-Paul, *La Bible des révolutions*. Clapas, Millau (2013).

Comptes rendus des séances de l'Académie de Marseille, volume 8, période 1782-1793.

EYMAR Claude, *Discours qui a remporté le prix, au jugement de l'académie de Marseille, sur cette question : L'extrême sévérité des loix tend-elle à diminuer le nombre et l'énormité des crimes chez une nation dépravée*. De Bure l'aîné (1789).

Archives de l'Académie de Marseille, port-folio contenant les discours sur *la Sévérité des lois*. Sciences philosophiques, Tome I, Mélanges.

LAUTARD Jean-Baptiste, *Histoire de l'Académie de Marseille*. Première partie 1726-1793, Achard, Imprimeur de l'Académie (1826).

LÜSEBRINK Hans Jürgen, *La sévérité des lois au XVIIIe siècle.* Revue Marseille, n° 127 (1981).

LÜSEBRINK Hans Jürgen, *Triomphe et chute d'un défenseur de l'humanité - Raynal et Marseille*. Marseille en Révolution, pp. 69-72, Editions Rivages/Musées de Marseille (1989).

MERCADIÉ Louis, *Saint-Geniez d'Olt en Rouergue.* Éditions de la Chantellerie, Sainte-Eulalie d'Olt (1990).

MERCADIÉ Louis, *Marie Talabot une Aveyronnaise dans le tourbillon du XIX^e siècle.* Éditions du Rouergue, Rodez (2007).

Nos remerciements et notre reconnaissance vont à Catherine Grolière, Jean-Noël Beverini, Daniel Drocourt, directeur de l'Académie, Éric Faure, Renaud Joyes, Louis Mercadié, Bernard Ozanam.

ROBERT OWEN À NEW LANARK
OU LE SOCIALISME UTOPIQUE EN ACTION

par

Gérard HOCMARD de l'Académie d'Orléans

Le premier tiers du XIX[e] siècle européen est riche en théories ou expérimentations « socialistes » de toute sorte, et la contribution des Français Cabet, Fourrier ou Saint-Simon est loin d'être négligeable. L'influence des Lumières l'explique en grande partie. Elles ont déplacé la question de la pauvreté en considérant que la misère ne se justifiait en aucun cas et qu'il fallait s'attaquer à ses racines plutôt qu'à ses manifestations. Le soulagement de l'indigence ne devait plus relever de la charité mais être un devoir de la société, au prix de sa réorganisation. D'une certaine façon et en schématisant, on peut dire que toutes les théories élaborées à cette époque découlent de la lecture de Rousseau et de Kant.

Si l'expérience menée par Robert Owen à New Lanark est si originale, c'est en raison de la personnalité de son concepteur, et aussi de l'extraordinaire réussite sociale qui lui a permis de la mener à bien et sur une longue période. Mais c'est également parce qu'au-delà de cette aventure, la pensée d'Owen, à la différence d'autres, lui a survécu et que, bien que largement ignorée en France, elle donne lieu aujourd'hui à un regain d'intérêt dans les pays anglophones.

C'est presque un conte que la vie de Robert Owen (1771-1858). *Self-made man* parvenu à la tête d'une immense fortune, il eut la chance, contrairement à d'autres, de pouvoir mettre ses théories en pratique. Il était fils d'un sellier qui complétait ses revenus par la revente de ferrailles, dans un Pays de Galles où la cohésion sociale était forte et où la solidarité était quasiment vertu théologale. Vif et intelligent, il n'avait que dix ans lorsque son père le retira de l'école pour l'envoyer en apprentissage chez un drapier du Yorkshire, à près de 400 km de la maison. Il y resta trois ans avant de partir poursuivre son apprentissage à Londres pour revenir en 1787, à seize ans, travailler à Manchester comme commis dans un commerce de tissus en gros.

L'une des gloires locales de Manchester était Richard Arkwright, inventeur multiple, qui avait perfectionné la *mule jenny*, le métier à filer mécanique mis au point par Hargreaves, en créant le « métier à eau », qui utilisait la force hydraulique. Il en installait depuis un peu partout, des Midlands à l'Écosse, ce qui ne manquait pas de susciter de violentes réactions de la part d'artisans auxquels la nouvelle technologie ôtait

le pain de la bouche. Il devait voir ses ateliers de fabrication de machines mis à sac par les *luddistes*[1] en 1811.

De par ses fonctions, et aussi parce qu'en ce temps-là Manchester atteignait à peine les 50 000 habitants (48 000 au recensement de 1783), le jeune Robert Owen fut amené à entrer en contact avec Arkwright. Il comprit qu'en dépit d'effets négatifs qui commençaient à se faire sentir — la ruine des artisans filateurs et tisserands, l'exode rural et les paysages défigurés par les *dark satanic mills* (« les usines sombres et sataniques ») dénoncés par le poète William Blake — la Révolution industrielle en marche promettait des gains de productivité dont on pouvait envisager de partager les fruits à tous. Empruntant £ 100, somme considérable pour l'époque — plus que n'en avaient pour vivre un an de manière pauvre mais bourgeoise la romancière Jane Austen et sa mère —, Owen s'associa avec son compatriote l'ingénieur John Jones pour fonder une usine de fabrication de métiers à filer. Jones mit assez vite fin à leur partenariat, mais Owen récupéra sa mise et prit alors, toujours à Manchester, la direction d'une filature, la maison *Peter Drinkwater*. On le décrit durant ces années-là comme un lecteur avide. Il n'a alors que 21 ans, mais se fait remarquer pour des qualités de manager dont bénéficie grandement la firme qu'il dirige et pour ses idées en matière d'organisation sociale. En 1793, il devient membre du Conseil de Santé de sa ville, qui est chargé de suivre les questions d'hygiène et de santé publique et fait aussi fonction d'inspection du travail. Il est également élu à la *Société littéraire et philosophique,* autrement dit… l'Académie locale !

La carrière de Robert Owen prend une tournure décisive lorsqu'il fait la connaissance de l'Écossais David Dale, qui a établi en 1784 à New Lanark, près de Glasgow, des filatures vite devenues les plus importantes du Royaume-Uni. À la pointe de la technologie, elles tirent leur énergie d'une conduite forcée qui permet aux eaux bouillonnantes des gorges de la Clyde d'animer de gigantesques roues à aube qui alimentent quatre usines. David Dale est un esprit ouvert et éclairé ; les conditions de travail dans ses usines sont plus douces qu'ailleurs et les logements qu'il a construits pour ses ouvriers sont simples, mais propres et confortables. Il apprécie le jeune Owen avec qui il est en relation professionnelle et n'hésitera pas à lui donner la main de sa fille Caroline lorsque Robert la demandera en 1799. Peu de temps après le mariage, Dale décide de se retirer des affaires et cède à Owen l'ensemble de la *Charton Trust Company* (c'est le nom de sa firme) pour la somme colossale de £ 60 000, que le jeune homme réussit à réunir en s'associant à d'autres hommes d'affaires, dont Jeremy Bentham, confiants dans son talent en matière de management.

Sous son impulsion, la croissance de la firme est effectivement rapide et les profits considérables qu'elle commence à générer permettent à Owen de mettre ses idées en pratique. Il le fera pendant plus d'un quart de siècle, de 1800 à 1828. Il a lu Rousseau, il a lu Kant et il est convaincu que l'homme est naturellement bon, mais se trouve corrompu par l'environnement dans lequel il grandit. Il croit à l'éducation comme moyen de corriger cela, en développant les talents et les capacités de chacun afin de lui donner

---

[1] Mouvement de réaction contre le machinisme qui sévit à partir du début du XIX[e] siècle dans les régions industrielles des Midlands, du Lancahsire et Yorkshire, censément dirigé par un certain Ludd, dont on n'a jamais retrouvé la trace et dont il n'est pas sûr qu'il ait seulement existé. Loin d'être amnistiés, les casseurs en question furent durement châtiés chaque fois que pris sur le fait.

la possibilité de forger sa personnalité. Aussi une des premières mesures qu'il prend est-elle d'interdire l'emploi des enfants de moins de dix ans, là où il était courant à l'époque d'en embaucher dès l'âge de cinq ans, et d'ouvrir une école pour les enfants de ses ouvriers. Les parents sont tenus de les y envoyer entre les âges de cinq à dix ans, en contrepartie de salaires qu'il élève afin de compenser le manque à gagner pour les familles. Dans cette école, les élèves apprendront non seulement à lire, écrire et compter par des méthodes qui s'éloignent des habitudes de répétition en usage jusque là, ils recevront aussi des leçons de musique et suivront des cours de danse et d'expression artistique. Ses associés crient au fou et trouvent qu'il dilapide les bénéfices, mais lui est fier de ses innovations et tient bon.

Allant plus loin, il décide que les enfants de dix à treize ans employés dans ses usines ne travailleront que sept heures par jour, au lieu des dix heures légales, afin de pouvoir suivre trois heures de cours de niveau secondaire. Autrement dit, il invente la formation par alternance. Mais il préfigure aussi la création des cours du soir et universités populaires, puisqu'il donne aux familles d'ouvriers de New Lanark la possibilité de s'instruire en ouvrant un *Institut pour la Formation de la Personnalité*[2], où ils peuvent suivre soit des cours pratiques, soit des cours correspondant à leurs centres d'intérêt. Ces innovations seraient déjà notoires si elles ne s'étaient pas accompagnées peu à peu d'autres mesures sociales : organisation de crèches pour les ouvrières, ouverture d'un dispensaire offrant des soins médicaux gratuits, construction d'immeubles d'habitation ouvrière dotés du luxe inouï pour l'époque de salles d'eau et de toilettes dans chaque logement.

Une innovation durable fut la création d'une coopérative, qui fait d'Owen le père fondateur du mouvement coopératif encore très vivace en Grande Bretagne et ailleurs. La genèse de cette idée est d'ailleurs significative. On s'aperçoit en suivant la chronologie des innovations que Robert Owen a profité de sa fortune pour expérimenter ses idées, mais que sa pratique des organisations mises en place a permis à sa pensée de mûrir et d'évoluer. Les conflits avec ses associés l'ont d'ailleurs amené à s'éloigner progressivement de la gestion quotidienne de New Lanark pour diffuser sa pensée par la publication d'ouvrages : *A New View of Society, Essays on the Formation of Human Character*[3] en 1813, *Observations on the Effect of the Manufacturing System*[4] (1815), *Report to the Committee for the Relief of the Manufacturing Poor*[5] (1817), *Report to the County of Lanark of a Plan for relieving Public Distress*[6] (1821) et s'engager dans les campagnes de réforme qui prennent naissance dès la fin des guerres napoléoniennes. La création d'une coopérative tient à l'observation des causes de paupérisation que sont l'achat à crédit et la paye à la semaine. Lorsque l'on touche celle-ci, on règle l'ardoise de l'épicier qui a fait crédit toute la semaine, et ce qui reste est si mince qu'il vaut autant le boire que de l'épargner. Dans la mesure où il est impossible de revenir sur ce qui est presque un rite, Owen met au point un système d'achat en gros qui permet d'obtenir des grossistes des prix intéressants qui seront répercutées sur les ventes au

---

[2] *Institute for the Formation of Character*.
[3] Une vision nouvelle de la société, essais sur la formation de la personnalité humaine.
[4] Observation sur les effets du système des manufactures.
[5] Rapport au comité [parlementaire] sur les remèdes à la misère des ouvriers pauvres.
[6] Rapport au comté de Lanark à propos d'un projet en vue de soulager la détresse publique.

détail dans la boutique coopérative et par ailleurs les achats qui sont faits dans cette dernière donneront lieu à la ristourne d'un pourcentage qui sera versé sur un carnet d'épargne. Le mécanisme des cartes de fidélité de nos grandes surfaces actuelles ne procède pas autrement.

Bien sûr, il y a dans tout cela beaucoup de paternalisme et par la suite les socialistes « scientifiques » de l'école de Marx et d'Engels ne manqueront pas de fustiger le socialisme « utopique », « bourgeois », « anti-révolutionnaire » d'Owen et comparses. De même, notre époque, qui ne trouve rien à redire aux distributions de cartons jaunes ou rouges par les arbitres sportifs, ou qui s'extasie sur la pratique de management à l'américaine qui consiste à afficher le portrait de la « vendeuse de la semaine » ou du « technicien de surface du mois », est quelque peu choquée dans sa sensibilité de voir, dans les usines d'Owen, des cubes de différentes couleurs suspendus au-dessus de la tête des ouvriers pour signaler le zèle ou la qualité du travail de tel ou tel.

Le résultat est cependant que, même après qu'Owen eut quitté la direction, l'expérience de New Lanark a bien fonctionné et que les visiteurs les plus autorisés, mandatés parfois par leurs gouvernements, y sont venus enquêter de tous les coins de la planète, comme d'autres vont aujourd'hui étudier le modèle économique suédois ou le système éducatif finlandais. On voit passer sur les bords de la Clyde des personnages comme le Grand-Duc Nicolas de Russie, futur Nicolas I^{er} et c'est à New Lanark, après le départ d'Owen, qu'Étienne Cabet, par exemple, est venu trouver l'inspiration de son « Icarie ». Un autre visiteur fut le prince Louis Napoléon, futur Napoléon III, préoccupé de l'extinction du paupérisme. Un épisode émouvant fut l'arrivée, un jour, de tout un village écossais, venu, bannière et pasteur en tête de cortège, demander du travail dans ce qu'il percevait comme un paradis ouvrier.

En 1825, las des conflits avec ses associés et de plus en plus absorbé par les grandes campagnes politiques réformistes auxquelles il participe, Robert Owen s'éloigne de New Lanark pour se consacrer à la politique, car sa pensée s'est entre-temps précisée et radicalisée, l'amenant à rejeter la propriété privée et la recherche du profit pour elle-même et à militer pour une organisation communautaire de la société. C'est à ce moment que sa pensée quitte le domaine de la philanthropie pour devenir véritablement utopique. Reprenant la théorie qu'il a déjà esquissée en 1817 dans son rapport au Comité parlementaire chargé de réformer la *Poor Law* (« Loi sur l'Indigence »), il désigne la confrontation entre la valeur-travail et le machinisme comme source de la misère de la condition ouvrière et propose comme remède de subordonner la machine aux efforts humains au sein de communautés de dix à douze mille individus, mêlant agriculteurs et ouvriers. Il veut se consacrer désormais à un projet de création d'une cité idéale aux Etats-Unis, à New Harmony dans l'Indiana. Ce sera un échec, tout comme l'expérimentation menée simultanément à Orbiston, près de Glasgow, par son émule Abram Combe. Il est quasiment ruiné et coupera les derniers liens avec New Lanark en 1828.

Un de ses derniers projets verra le jour en 1832 avec la création du *New Equitable Labour Exchange System*, qui consiste à remplacer la monnaie par des bons dont la valeur est fonction du nombre d'heures de travail qu'ils représentent. Ancêtre des monnaies alternatives qui circulent parfois de nos jours au sein de communautés altermondialistes, le plan est un échec. Pendant les vingt-cinq ans qu'il lui reste à vivre,

Owen va inlassablement poursuivre ce qu'on peut presque appeler sa prédication, éminemment respecté mais progressivement rejeté dans l'ombre par l'influence grandissante des idées de Marx. L'échec final de la communauté de Queenwood en 1844 achève de le ruiner. Sur la fin de ses jours, il versera, comme nombre de gens de son époque, dans le spiritisme.

Salué en Grande-Bretagne comme un des pères du socialisme, Robert Owen n'a jamais disparu de la mémoire collective britannique, ne serait-ce que par le biais du mouvement coopérateur encore très vivace outre-Manche, mais aussi parce que la tradition socialiste britannique s'est toujours défiée de la pensée révolutionnaire. D'une certaine façon, l'instauration de l'État-Providence par le gouvernement travailliste du major Attlee à partir de 1945 procédait pour une part des préconisations et expérimentations d'Owen en matière de protection sociale et d'éducation, même si la nationalisation des secteurs des transports et de l'énergie relevait de la vulgate marxiste de l'appropriation des moyens de production. L'*Education Act*[7] de 1944 et le *New Towns Act*[8] de 1946 procèdent directement des vues d'Owen en matière d'éducation et d'organisation urbaine. Le reflux du marxisme consécutif à la chute du Mur de Berlin et le retour au pouvoir des Travaillistes sous la bannière du New Labour de Tony Blair en 1997, lié à l'abandon du dogme de la lutte des classes et de l'appropriation des moyens de production par l'abolition de la Clause 4 de la Charte du parti travailliste, ne sont pas étrangers au regain d'intérêt dont bénéficie la pensée de Robert Owen de la part d'une gauche britannique qui cherche à se redéfinir.

Ce que celle-ci relève chez Owen est son volontarisme et la notion de solidarité communautaire, l'idée aussi de promouvoir une forme de démocratie locale par le biais de la coopération entre habitants liés par l'intérêt commun. Les perspectives ouvertes par ce type d'organisation sociale en matière de développement durable et de citoyenneté apparaissent intéressantes et renforcent l'image du visionnaire social, encourageant à approfondir sa réflexion. L'inscription en 2001 de New Lanark sur la liste du Patrimoine mondial de l'UNESCO, le projet actuel de créer, dans un secteur proche de Glasgow laissé en friche par la désindustrialisation, une cité nouvelle où seraient appliqués les idéaux d'Owen et qui serait appelée, en hommage, Owenstown. en disent long sur la marque laissée par Robert Owen en sol britannique. L'obscurité dans laquelle sa pensée et son œuvre sont tenues en France n'en est que plus à déplorer.

Bibliographie

DAVIES, R.A. & O'HAGAN, F.J. : *Robert Owen*, London, Continuum Press, 2010.

DONNACHIE, I. : *Robert Owen. Owen of New Lárnaka and New Harmonié*, Edinburgh, Turkwel Près, 2000.

MORTON, A.L. : *The Life and Idéats of Robert Owen*, London, Lawrence & Wismar, 1962.

OWEN, Robert : *A New view of Society and other writings*, edited with an introduction by Gregory Claes, London and Harmondsworth, Penguin Classics, 2007.

Voir aussi les publications du New Lanark Trust.

---

[7] Loi sur l'Enseignement.

[8] Loi sur la création de villes nouvelles.

ANDRÉ-MARIE AMPÈRE EN QUÊTE DE *LA* VÉRITÉ : LES FULGURANCES D'UN GÉNIE

par

Michel DÜRR de l'Académie de Lyon

André Marie Ampère est sans nul doute le plus célèbre des membres de notre Académie des Sciences, Belles-lettres et Arts de Lyon. Certes, sa carrière parisienne l'éloigne de sa ville natale après 1804, mais celle-ci conserve toujours la première place dans son cœur.

La liste des sujets qu'il a traités peut donner l'impression de l'éparpillement d'un génial touche-à-tout. Héritier des Lumières, il croit à la bienfaisance du progrès dans les sciences.

Un domaine qu'il explore avec constance sous-tend l'ensemble de son activité intellectuelle : sa vie durant , il cherche à comprendre comment fonctionne l'esprit humain. Sa quête le conduit à inventorier le champ entier de la connaissance. Il croit pouvoir évaluer le degré de certitude des connaissances déjà acquises et à partir de là, définir les méthodes les plus appropriées pour développer les diverses sciences connues ou à créer. Son cours au Collège de France fait la synthèse de tous ses travaux. L'œuvre de sa vie, qui compta le plus pour lui, son *Essai sur la philosophie des sciences* en reprend une partie. L'ouvrage jouit à l'époque d'un certain succès puis tombe dans l'oubli. Auguste Comte poursuivra dans cette voie.

Ce sont pourtant les écarts qu'il a faits à sa quête personnelle que nous retenons et qui engagent les sciences dans des voies nouvelles. Lorsque son génie accroche une résonance lors d'une lecture ou d'un entretien, son esprit bouillonnant s'en empare et se focalise pendant quelques jours, quelques mois, six ans pour l'électrodynamique , sur un sujet qu'il abandonne, la solution trouvée.

Je tenterai d'approcher cette notion d'esprit en progrès proposée à notre réflexion au travers de son parcours intellectuel : influence de son éducation, de la tragédie que fut pour lui la mort de son père, influence des rescapés du siège de Lyon et en particulier de Gérando et des postes que celui-ci lui procure, avatars de sa carrière scientifiques, et, enfin, sa quête personnelle et intime de *La* Vérité.

D'après son propre témoignage trois événements marquent son enfance : sa première communion, la lecture de l'éloge de Descartes par Thomas enfin la prise de la Bastille. Ces événements vont profondément influer sa démarche spirituelle. La religion est son ultime refuge et consolation. Il traverse plusieurs épisodes de doute, entrecoupés d'une période de mysticisme après la mort de sa première femme, puis en 1817, il revient à la foi de son enfance, guidé par la lecture de l'*Imitation* qu'il sait par cœur.

Admirateur passionné de Descartes, nourri de la lecture de l'*Encyclopédie*, il est imprégné de la conviction que la quête de la connaissance rendra l'homme « *comme maître*

et possesseur de la Nature ». Pas de doute pour lui, en matière de sciences et de « psycologie », - c'est-à-dire de compréhension du fonctionnement de l'esprit humain -, le Progrès vient de l'avancement de la connaissance.

Dans le domaine social, Ampère conserve toute sa vie comme modèle à atteindre celui qui anime les Constituants; il s'enflamme pour l'émancipation des Grecs, des Espagnols, des Révolutionnaires américains, mais les excès de la Terreur dont son père est une des victimes ne laissent pas de l'inquiéter profondément et de l'entraîner dans un pessimisme qu'il manifeste à ses amis lors des révoltes des canuts.

L'éclectisme de ses travaux masque l'unité profonde de la recherche qu'il poursuit tout au long de son existence et qui trouve l'accomplissement de son expression dans son cours au Collège de France. Il est frappant de voir la continuité des programmes énoncés par Ampère, en 1803 lors de l'ouverture de son cours de physique et de chimie à l'Ecole centrale de l'Ain, en 1806 à celle de son cours à l'Athénée de Paris, en 1826 à l'ouverture de son cours au Collège de France, continuité qu'il rappelle dans l'introduction à son *Essai sur la philosophie des Sciences* paru en 1834. Lorsque son ami Bredin prononce son éloge à l'Académie de Lyon il rappelle qu'à son avis : « *à l'âge de quinze ans, le système scientifique d'Ampère était complet. Complet comme un canevas d'attente, complet en ce sens que les idées que n'avait encore pas acquis le jeune savant y avaient leur place réservée. Tous les jours, l'observation, la méditation et la discussion ajoutaient des idées nouvelles à celles qu'avait déjà Ampère, mais aucune de ces nouvelles idées ne détruisait ou ne changeait une de celles qui faisaient partie intégrante du système. Lorsque j'ai vu Ampère pour la dernière fois, quinze jours avant sa mort, il avait en physique, en physiologie, en psychologie, en morale, en politique et en religion, précisément les mêmes idées fondamentales, les mêmes principes qu'il m'avait manifestés en 1803, trente trois ans plus tôt. On pourrait dire que durant cinquante années, les idées de votre confrère n'ont éprouvé de changement que dans leur nombre* ».

Quelques éléments biographiques

Né à Lyon en 1775, mort en tournée d'inspection au Lycée de Marseille en 1836, Ampère a vécu une des époques les plus fertiles en bouleversements politiques de notre histoire.

À la fin du XVII[e] siècle, son bisaïeul qui a pris la suite de son père comme tailleur de pierres, s'élève dans la hiérarchie sociale. Entrepreneur et architecte, il travaille à la réparation de l'Hôtel de ville et aux remparts de Lyon, associé avec un Gérando, ancêtre du protecteur d'Ampère. Dès lors, la famille figure dans la bourgeoisie de Lyon. Jean-Jacques Ampère, père du savant est « soyeux», négociant et fabricant de soieries. Ce bourgeois éclairé a fait de solides études classiques. Il lit Rousseau, Voltaire et l'*Encyclopédie*. Un mois avant de se marier, en 1771, il achète à Poleymieux au Mont d'Or, à quatre lieues de Lyon, un petit domaine où il se retire en 1782 avec sa famille.

Ampère alors âgé de 7 ans, y passe une enfance très heureuse, instruit par son père à l'instar de *l'Émile.* Sur un point fort important pour l'avenir de l'enfant, cette éducation s'écarte des idées de Rousseau : Jean-Jacques Ampère met à disposition de son fils les livres de sa bibliothèque dont les 34 tomes de *L'Encyclopédie* et divers ouvrages de mathématiques où Ampère apprendra seul la géométrie puis, dégrossi en latin par son père, se plongera dans Euler et Bernouilli. Il ne bénéficiera que d'une vingtaine de leçons de la part de l'abbé Daburon, oratorien, professeur au Grand Collège, sollicité pour tirer la

pauvre Ampère de l'embarras où il s'était trouvé plongé devant le symbole *d* des différentielles que pas plus hier qu'aujourd'hui les traités ne prennent la peine de le définir ! Sa précocité intellectuelle se manifeste dès l'âge de 13 ans lorsqu'il envoie à l'Académie de Lyon un mémoire sur la rectification d'un arc de cercle que lui a inspiré la lecture de l'article « Quadratrice » de l'*Encyclopédie*. Ampère, au témoignage de ses amis, fera toute sa vie preuve de gentillesse, d'attentions amicales sans être vaniteux, mais il sera bien conscient de sa valeur intellectuelle et n'hésitera pas à la mettre en avant. En témoigne un peu plus tard le « culot » avec lequel, en 1791, il adresse au président de l'Assemblée Nationale une lettre suggérant que le système de Poids et Mesures en préparation adopte une base décimale pour mettre de l'ordre dans l'enchevêtrement légué par les usages de l'Ancien Régime.

La Révolution laisse dans une grande détresse la famille Ampère qui avait accueilli avec sympathie les idées généreuses de 89. Jean-Jacques Ampère commet fin 1791, l'erreur fatale de prendre le poste de juge de paix du canton de la Halle au Blés à Lyon. Les devoirs de sa charge le conduisent à arrêter l'agitateur jacobin Chalier fin mai 1793. Resté à Lyon pendant le siège par les troupes de la Convention, il est lui-même arrêté dès la prise de la ville , jugé, condamné et guillotiné le 18 novembre 1793.

Ampère, foudroyé par la nouvelle de l'exécution de son père reste prostré pendant près de dix-huit mois et revient à la vie intellectuelle au printemps 1795 en herborisant autour de Poleymieux et en étudiant le traité de mécanique analytique de Lagrange dont il refait tous les calculs. Un an plus tard, il rencontre Antoinette Carron, « Julie », le grand amour de sa vie, qu'il épouse en 1799. Pour gagner sa vie, il donne des leçons de mathématiques, de physique et de chimie à Lyon, puis obtient le poste de professeur de physique et de chimie à l'Ecole Centrale du département de l'Ain en février 1802. Il y reste quinze mois, séparé de sa chère Julie, restée à Lyon avec leur fils Jean-Jacques né en 1800. A la création du Lycée de Lyon par Bonaparte en juin 1803, il y est nommé professeur de mathématiques et revient auprès de sa famille. Hélas, Julie très malade, meurt peu après. De nouveau plongé dans le désespoir, Ampère assume une année d'enseignement au Lycée de Lyon, puis postule et obtient un poste de répétiteur d'analyse et de mécanique à l'Ecole Polytechnique. Sa vie privée sera désormais une suite de déboires et de chagrins : un second mariage, arrangé par la bienveillance de ses amis se termine rapidement par une séparation. Aidé de sa mère et surtout de sa sœur, il doit élever la petite fille née de ce second mariage et abandonnée par sa mère à l'âge de quatre mois. Plus tard, croyant organiser un beau mariage pour sa fille, il lui fera épouser un officier, hélas ! alcoolique jusqu'au delirium, nouvelle source de chagrin. En revanche sa vie professionnelle et scientifique est dès son arrivée à Paris une suite de brillants succès.

De la « Psycologie » à la classification des sciences

Lors de l'année qu'il passe à Lyon, après la mort de Julie, Ampère traverse une période mystique. Il trouve un semblant de consolation en fondant une société chrétienne avec plusieurs de ses amis, Bredin, Roux-Bordier, Bonjour, Barret. Peut-être influencé par l'essai de Gérando *De l'influence des signes sur la génération des idées* dont il fait une critique élogieuse dans le *Journal de Lyon,* il commence un mémoire pour répondre à la question proposée en l'an XI par la classe des sciences morales et politiques de l'Institut : *Comment doit-on décomposer la faculté de penser, et quelles sont les facultés élémentaires qu'on doit y reconnaître ?* L'ouvrage restera inachevé.

Peu après son arrivée à Paris, Gérando introduit Ampère dans le cercle d'Auteuil qui rassemble à Auteuil chez la veuve d'Helvétius ceux qu'on appelle les *idéologues*. Il y fait la connaissance de Maine de Biran dont il devient l'ami. Pendant une quinzaine d'années d'introspections subtiles, de discussions passionnées lorsque Biran est à Paris, d'échanges de lettres lorsqu'il est à Bergerac, tous deux parviennent à une description de la formation de la pensée et du fonctionnement de l'esprit humain. Ampère compte en tirer un livre, lorsqu'il est interrompu par la nouvelle de l'expérience d'Oersted et par ses recherches en électrodynamique. Voici ce qu'il prévoyait : « *la question mise au concours n'avait pour objet que l'analyse de la faculté de penser, ce qui semblait exiger seulement une énumération complète et une classification méthodique de toutes les circonstances que présentent nos pensées et nos connaissances dans l'état de développement où nous les observons en nous-mêmes à l'aide de la réflexion, car c'est là ce qu'on doit entendre par analyse. Il est une autre partie de la science de l'intelligence humaine, qui a pour objet d'expliquer l'origine de ces pensées et la génération de ces connaissances, en examinant quels sont les phénomènes intellectuels qui ont lieu aux premières époques de notre existence, ceux qui ne se manifestent que plus tard, et comment les uns et les autres en se combinant ensemble nous amènent peu à peu au degré de développement où nous sommes arrivés, quand déjà accoutumés à observer et à réfléchir, nous pouvons nous occuper de ces grandes questions. Enfin, on doit considérer comme une troisième partie de la même science l'examen de la vérité même de ces connaissances, sur laquelle les philosophes sceptiques et leurs adversaires ont élevé tant de théories contradictoires.* »

Plusieurs années après, Ampère revient à la philosophie à l'occasion de son cours au Collège de France. Il focalise alors son effort sur l'établissement d'une classification rationnelle exhaustive des connaissances humaines qui lui paraît l'indispensable première étape avant d'évaluer le degré de certitude des connaissances actuelles et de définir la méthode la mieux adaptée pour les faire progresser, son but depuis toujours. Son *Essai sur la philosophie des sciences* est son dernier ouvrage, le plus important à ses yeux.

Avant d'en venir à ses travaux scientifiques, notons un point fondamental des vues philosophiques d'Ampère : pour lui, le témoignage de nos sens ne rend accessibles que les *phénomènes* et non les *noumènes* qui en sont les causes premières. Ceux-ci ne peuvent être l'objet que des spéculations de notre esprit. En revanche, il est possible d'observer les *rapports* entre les phénomènes et d'atteindre les rapports entre les *noumènes*. Procédant par intuition, il devient possible d'avancer des hypothèses sur la nature de ces *noumènes*, puis, utilisant la connaissance des rapports précédents d'imaginer des expériences qui conforteront la probabilité de validité du modèle ainsi construit. Ampère appliquera cette méthode *hypothético-déductive* en chimie (hypothèse atomique et moléculaire, molécules polyédriques) , en optique, (théorie d'un fluide impondérable, l'éther), en électricité (courants particulaires ou moléculaires).

Les mathématiques

C'est en tant que mathématicien qu'Ampère est admis dans le monde intellectuel parisien.

Ses *Considérations mathématiques sur la théorie du jeu* composées à Bourg-en-Bresse et adressées à Laplace et à Lacroix traitent du célèbre problème de la ruine du joueur, traité par Daniel Bernouilli, Buffon, d'Alembert dans l'article «croix et pile» de l'*Encyclopédie*. Jugé favorablement, cet ouvrage contribue à sa nomination au Lycée de Lyon.

puis à l'Ecole Polytechnique. Au cours de sa carrière, plus de 20 mémoires de mathématiques suivent cette première publication, algèbre, analyse, géométrie, mécanique surtout. Deux d'entre eux envoyés à l'Académie des Sciences sont jugés dignes d'être publiés au recueil des *Mémoires des Savants étrangers à l'Académie*, ce qui sera fait pour l'un. Le 7 août 1809, Ampère est autorisé à assister (sans intervenir) aux séances de l'Académie. Quelques années plus tard, une place étant devenue vacante à la suite du décès de l'abbé Bossut, Ampère rédige en quelques semaines deux mémoires sur les équations aux différentielles partielles qui lui valent d'être élu en décembre 1814.

La qualité des contributions mathématiques d'Ampère est certes reconnue, mais s'il s'en était tenu là, il eût été vite oublié. Les deux mémoires qu'il présente pour son élection sont originaux en ce qu'ils privilégient l'aspect purement mathématique des questions abordées, sans se préoccuper de physique mathématique comme ses contemporains. Ceux-ci, s'ils apprécient la performance, n'ont cure des efforts faits par Ampère pour donner une classification des équations aux dérivées partielles. Il faut attendre trois quarts de siècle avant que Dubois-Reymond reprenne la question, sans d'ailleurs se souvenir des travaux d'Ampère.

Les progrès associés à cette activité n'ont rien de très original, ils procèdent du fonctionnement normal d'un esprit supérieur, utilisant des méthodes classiques, éprouvées depuis bien des années.

La chimie

La chimie passionne Ampère. Une de ses lettres, tout comme le témoignage d'Arago nous rapporte que son ami Bonjour (rien à voir sauf l'homonymie avec le collaborateur de Berthollet) lui fit découvrir le *Traité élémentaire de Chimie* de Lavoisier lors de lectures très matinales chez leur ami Lenoir (le futur secrétaire d'Auguste Comte). Lorsqu'Ampère doit gagner sa vie, pour subvenir aux besoins de son futur ménage, il s'installe dans une pièce mise à sa disposition par son futur beau-frère Périsse, et donne des leçons de mathématiques, de physique et de chimie.

Au cours de cette période comme encore à l'Ecole Centrale de l'Ain, il manipule et monte des expériences reproduisant les décompositions de l'eau et de l'air. A Paris, il n'a plus ni laboratoire ni matériel, ce qui le tient à l'écart de la communauté des chimistes. Laplace et Berthollet ne le convient pas à la Société d'Arcueil. Pourtant son intérêt pour la chimie ne se dément pas et la lecture des *Annales de Chimie et de Physique* le tient au fait des plus récents travaux. « *En 1809, dès que Monsieur Ampère eut connaissance des belles expériences de MM. Gay-Lussac et Thénard sur les diverses substances qui contiennent le corps simple qu'on regardait alors comme composé et qu'on nommait acide muriatique oxygéné, il en conclut que ce corps était un élément auquel on devait donner un nom analogue à ceux des autres corps simples; il indiqua le nom de chlore qui a depuis été adopté généralement.*

Il fut le premier qui défendit cette nouvelle théorie comme un résultat nécessaire des expériences dont nous venons de parler lorsqu'on se conformait aux principes dont Lavoisier avait fait la base de la chimie et ce n'est que longtemps après que l'illustre Davy ayant eu la même idée, la fit adopter au monde savant. M. Ampère avait étendu les mêmes considérations au corps simple, analogue à l'oxygène et au chlore qui est combiné avec l'hydrogène dans l'acide qu'on nommait alors fluorique. Cette fois ci du moins, il publia son opinion avant qu'elle eut été admise par d'autres et la France a conservé la priorité à cet égard. Le nom de phtore qu'il a donné à cet élément a été adopté, ainsi que la théorie

qu'il supposa, par plusieurs de savants les plus distingués. » En fait, Ampère n'ayant obtenu aucun écho favorable en France, commet l'erreur de soumettre ses idées à l'illustre Humphry Davy qui s'empresse de les publier et en a toute la gloire !

Berthollet est pour le moins réservé sur les vues d'Ampère, mais, homme très courtois, il le laisse publier en mai 1814 dans les *Annales de Chimie* sa *Lettre au Comte Berthollet* qui vaut à son auteur une gloire posthume surprenante. C'est un essai théorique de chimie prédictive structurale, fondé sur les recherches en cristallographie d'Haüy, sur la loi de Proust des proportions définies, sur le loi de Dalton des proportions multiples, sur la distinction atomes –molécules et appuyé sur les travaux de Gay-Lussac relatifs à la composition de quelques gaz. Ampère construit ses molécules en disposant les atomes des molécules aux sommets de polyèdres semi-réguliers auxquels il impose une condition de convexité, conservée lors de toutes les combinaisons ultérieures. Ses brouillons conservent des dizaines sinon des centaines d'essais de combinaisons possibles des corps simples connus, aux molécules desquels il attribue la forme de la molécule intégrante des cristaux d'Haüy. Il ne recueille aucun écho de ces considérations. Il n'en va pas de même du passage de la lettre où il énonce la distinction entre atomes et molécules et la loi que nous, Français, appelons loi d'Avogadro-Ampère. Dès les épreuves de son article, on lui fait observer qu'Avogadro a déjà publié cette loi dans le *Journal de physique* en 1811. Ampère le reconnaît volontiers dans une note de bas de page qu'il ajoute à son article. En fait, il me semble que cette loi associée à la théorie atomique et à la distinction atomes-molécules, lui était si naturelle, si évidente depuis les publications des expériences de Gay-Lussac et Thénard de 1808 à 1810, qu'il avait oublié l'article d'Avogadro. Il avait pourtant eu connaissance de cet article car il lisait le *Journal de physique* dont il commentait certains articles à la Société philomatique de Paris. La notoriété de la loi d'Avogadro-Ampère viendra au congrès de Karlsruhe lorsque le chimiste italien Cannizarro, pour soutenir la théorie atomique et faire valoir son compatriote Avogadro, fera référence au nom d'Ampère, « le Newton de l'électricité ». Le Professeur Pierre Lazlo observe que la méthode de construction d'un modèle géométrico–physique de molécule imaginé par Ampère était trop en avance sur les idées de son temps pour avoir une chance de retenir l'attention. Il rappelle que du fait de la primauté du paradigme des équivalents chimiques pendant la plus grande partie du XIX^{e} siècle, il faut attendre que Kékulé en 1866 donne la première formule développée plane, celle du benzène. La stéréochimie, la construction et l'utilisation prédictive de modèles spatiaux de molécules attendront la deuxième moitié du XX^{e} siècle, la théorie quantique et les calculs par ordinateurs.

En 1816, L'*Essai d'une classification naturelle pour les corps simples* n'a pas plus de succès que les mémoires précédents. Pourtant sa méthode est dans le goût de l'époque : après Jussieu, Cuvier, et bien d'autres, plutôt que de choisir un critère de classement au départ, on cherche à ranger les *items* à classer dans un ordre qui rapproche le maximum de leurs caractères. C'est ce que fait Ampère pour les 48 corps simples qu'il considère. Il les répartit en 15 genres, rassemblés en 2 classes, gazolytes (nos métalloïdes) et métaux, (séparés en leucolytes et chroïcolytes). La particularité du rangement qu'il fait est d'être cyclique, passant par gradation d'un genre au suivant. Cette fois encore, il vient trop tôt et la périodicité qu'il croit mettre en évidence est plus complexe. Döbereiner aura un peu plus de succès l'année suivant avec ses triades d'éléments ; en 1864, on se moquera encore des octaves de Lothar Meyer et de Béguyer de Chancourtois et c'est seulement en 1869 que Mendeleiev donnera son tableau périodique.

Notons une circonstance commune aux travaux d'Ampère en mathématiques et en chimie : à l'exception des *Considérations mathématiques sur la théorie du jeu* écrites à Bourg et soumises à la critique de son collègue Clerc, tous les autres mémoires ont été rédigés par Ampère seul, sans qu'il ait eu d'échanges avec d'autres. Il y a là une différence avec tous les autres sujets qu'il a traités. Obsédé par la recherche en cours, il aimait à en discuter avec ses amis d'abord, comme Bredin ou Maine de Biran, avec ceux que ses tournées d'inspecteur général lui permettaient de rencontrer, et après première parution, avec ses contradicteurs, voire ses ennemis.

L'optique ondulatoire. Ampère et Fresnel

En 1814, le peintre Léonor Mérimée, -le père de Prosper -, enseigne le dessin à l'Ecole Polytechnique et présente à ses collègues Ampère et Arago, son neveu, Augustin Fresnel. Celui-ci, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, ingénieur des Ponts et Chaussées leur expose ses idées sur la nature de la lumière. La diffraction de la lumière est un des problèmes qui agitent l'*establishment* de l'époque, sans que la théorie de l'émission de Newton donne une solution satisfaisante. Fresnel représente la lumière comme vibration longitudinale d'un milieu baignant tout l'espace, l'éther. Arago et Ampère sont tout d'abord très réticents. Ampère lui-même vient de publier un article sur la double réfraction basé sur la théorie de Newton. Fresnel ne se décourage pas, rédige un mémoire pour répondre au concours ouvert par l'Académie des Sciences sur la diffraction. Ampère, un des commissaires, convaincu par son examen du mémoire soutient dès lors Fresnel et sa théorie. Il abandonne à regret les vues de Newton, et après la mort de Fresnel, publiera même un article achevant un travail que son ami avait laissé pendant.

1820, *annus mirabilis.* Les idées sur électricité et magnétisme

En 1820, Ampère est pris par son cours de philosophie à la Sorbonne et l'électricité est bien loin de ses préoccupations.

Cette science est alors dans une sorte d'impasse. Les travaux de Franklin et de Coulomb ont mené à terme les découvertes relatives à l'électricité statique et Poisson en a donné une théorie mathématique. L'invention de la pile électrique de Volta en 1800, a ouvert un nouveau champ d'action avec les électrolyses de l'eau, de la potasse et de la soude, mais peu d'années après, l'essentiel semble obtenu. On montre que l'électricité *galvanique* (celle fournie par les piles) a les mêmes propriétés que la *vraie* électricité, celle des machines électriques à frottement, mais l'on piétine sur place.

Coulomb a étudié les aimants. Il a introduit la notion de masse magnétique et donné une loi de forme newtonienne à l'action supposée de deux masses magnétiques. Mais, à sa suite et à celle de Laplace, on considère que l'électricité et le magnétisme, le fluide électrique et le fluide magnétique sont de nature différente et ne peuvent donc agir l'un sur l'autre.

Il n'en va pas de même en Allemagne où diverses personnalités rassemblées à Iéna autour du poète Novalis dans le cercle du *Frühromantik* se réclament d'une pensée très différente, la *Naturphilosophie.* Parmi elles, le philosophe Schelling, le physicien Ritter (le découvreur des rayons ultra-violets) et Oersted lui-même.

La *Naturphilosophie* de Schelling dénie à la physique mécaniste la possibilité de décrire correctement le monde, ni de le comprendre, et encore moins d'en donner les lois.

La Nature est vivante, unique. Pour Schelling, elle procède d'une force fondamentale *(Urkraft*) unique et le mot clé est Polarité *(Polarität) :* la diversité des phénomènes vient de ce que la force fondamentale s'extériorise continuellement par des forces polarisées : des forces magnétiques attractives ou répulsives, exactement comme les deux sortes d'électricité se manifestent par des actions différentes, comme en chimie, les acides et les bases ont des effets opposés, comme dans le domaine moral le Bien et le Mal. Toutes ces « forces » ne sont pas étrangères l'une à l'autre, et sont des manifestations de la force fondamentale.

1820. L'expérience d'Oersted

Adepte des idées de Schelling, le savant danois Hans Christian Oersted décide de montrer que « *les effets magnétiques sont produits par les mêmes forces que les effets électriques, en raison de ce principe philosophique que tous les phénomènes sont dus à la même force originelle* ». Il réalise une expérience qui va fonder l'électromagnétisme et le 21 juillet 1820 il adresse aux Académies et Sociétés savantes un mémoire intitulé *Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticam : une* aiguille aimantée, une boussole, dévie de la position qu'elle prend sous l'action de la Terre, lorsqu'on la place au voisinage d'un fil qui relie les deux pôles d'une pile de Volta.

La communauté scientifique —et tout particulièrement les savants français— se montre très réservée vis-à-vis de cette annonce. C'est le cas d'Arago, qui, au mois d'août, visite à Genève ses amis physiciens. Pictet qui a reçu le texte d'Oersted pour sa *Bibliothèque universelle,* lui demande son avis sur cette publication. Les deux savants doutent de la réalité d'un phénomène contraire aux idées en cours. Pour en décider, une expérience est montée avec la puissante pile que possède le physicien Gaspard de la Rive. L'expérience réussit et Arago, de retour à Paris la réalise à son tour le 11 septembre 1820 devant l'Académie des Sciences dont il est le secrétaire perpétuel.

Ampère et la création de l'électrodynamique

Ampère, présent à cette séance, s'enflamme immédiatement. Il décide d'étudier et d'élucider le phénomène dont l'explication embrouillée donnée par Oersted dans son mémoire ne le convainc pas. Les quatre mois qui suivent lui suffiront pour jeter les bases d'une science nouvelle, l'électrodynamique, qui a pour objet l'étude des forces créées par l'électricité en mouvement.

Toutes ses découvertes dérivent du résultat expérimental essentiel qu'il annonce le 25 septembre 1820 à l'Académie et de l'explication théorique par les courants « particulaires » qu'il lui associe. Si importants que soient ses autres expériences, les appareils ingénieux qu'il conçoit, les raisonnements extraordinairement subtils par lesquels il établit la formule compliquée qui lui tient ensuite tant à cœur, ils n'en sont en fait que des conséquences. Voici comment il exprime ce fait dans le *Journal de Physique*[1] :

« Deux courants électriques s'attirent quand ils se meuvent parallèlement dans le même sens ; ils se repoussent quand ils se meuvent parallèlement en sens contraire.

Tous les phénomènes que présente l'action mutuelle d'un courant électrique et d'un aimant… rentrent dans la loi d'attraction et de répulsion de deux courants électriques, en admettant qu'un aimant n'est qu'un assemblage de courants électriques qui sont produits par une action des particules de l'acier les unes sur les autres analogue à celle d'une

pile voltaïque, et qui se meuvent dans des plans perpendiculaires à la ligne qui joint les deux pôles de l'aimant.

Les phénomènes connus qu'on observe lorsque deux aimants agissent l'un sur l'autre rentrent dans la même loi.

Il en est de même de l'action que le globe terrestre exerce sur un aimant, en y admettant des courants électriques dans des plans perpendiculaires à la direction de l'inclinaison et qui se meuvent d'est en ouest».

Revenons à la semaine du 11 septembre l820. Selon Ampère voici ce qu'il annonce avoir fait le lundi 18 septembre : *« Je réduisis les phénomènes observés par M. Oersted à deux faits généraux* [C'est le professeur de mécanique qui parle !], *« l'action directrice »,* vient d'une *« action attractive »,* [qui entraîne une rotation parce que l'aiguille ne peut se mouvoir que dans un plan]. *Je montrai que le courant qui est dans la pile, agit sur l'aiguille aimantée comme celui du fil conjonctif.* [Cette expérience avait auparavant été tentée sans succès, car on avait opéré en circuit ouvert, donc sans courant dans la pile]. *Je décrivis les expériences par lesquelles j'avais constaté l'attraction ou la répulsion de la totalité d'une aiguille aimantée par le fil conjonctif.* [L'expérience consistait à placer près d'un fil horizontal qu'on reliait à une pile, une aiguille aimantée, suspendue à un « fil de cocon » passant par un chas pratiqué à une de ses extrémités. Notons que jusque là, il s'agit de variations sur le thème : action réciproque d'une aiguille aimantée et d'un fil conjonctif] *Je décrivis les instruments que je me proposais de faire construire, et entre autres, des spirales et des hélices galvaniques. J'annonçais que ces dernières produiraient dans tous les cas, les mêmes effets que les aimants. J'entrai ensuite dans quelques détails sur la manière dont je conçois les aimants, comme devant uniquement leurs propriétés à des courants électriques dans des plans perpendiculaires à leur axe, et sur les courants semblables que j'admets dans le globe terrestre ; en sorte que je réduisis tous les phénomènes magnétiques à des effets purement électriques.*

Séance du 25 septembre : Je donnai plus de développement à cette théorie, et j'annonçai le fait nouveau de l'attraction et de la répulsion de deux courants électriques, sans l'intermède d'aucun aimant ; fait que j'avais observé sur des conducteurs pliés en spirale. Je répétai cette expérience au cours de la séance… »

Ce texte établit sans conteste, que l'hypothèse de l'explication du magnétisme par des courants internes à l'aimant a précédé l'expérience. Ces courants deviendront « particulaires « un peu plus tard, après discussion avec Fresnel, alors locataire d'Ampère, rue des Fossés Saint Victor.

Cela a-t-il un sens que de prétendre décrypter l'intuition fulgurante et géniale qui se manifeste de façon si éclatante. Risquons les remarques suivantes : Comme Oersted, Ampère cherche le lien entre électricité et magnétisme. Est-ce, comme pour le Danois, l'influence de Ritter, est-ce un écho, ou un prolongement de ses spéculations sur les fluides igniformes, ou tout autre chose ? En tout cas, il ramène tout à l'électricité, y compris la structure interne de l'aimant qui en explique les propriétés. L'observation et la théorie de Poisson montrent que ce n'est pas sous la forme de charges électriques statiques dont la présence ne se manifeste pas. Or, l'expérience d'Oersted qu'il vient de reproduire, met en évidence la nécessité, pour constater ces effets nouveaux, de mettre en communication les deux pôles de la pile par le fil conjonctif. Cela l'amènera à distinguer et à définir précisément les notions de tension et de courant. Si « des forces électriques » (en conservant à cette expression le caractère vague du vocabulaire de son temps) sont présentes dans l'aimant, il devient concevable de les imaginer comme des courants, circulant dans des

circuits par nature fermés. Oserai-je également évoquer dans le bouillonnement des idées, l'image des tourbillons de Descartes, en arrière plan tant dans l'explication d'Oersted, que dans la structure des courants particulaires. Dans la naissance d'une idée, la rigueur de l'enchaînement logique n'est pas seule, le contexte et les réminiscences interviennent. Sans tomber dans l'excès caricatural des formules, Ampère n'est-il pas un savant cartésien par nature, newtonien par conviction, nourri de l'Encyclopédisme des « Lumières », et parfois sensible aux influences romantiques ?

Dans les mois qui suivent, Ampère tire de son esprit la formule qui donne la force qu'exercent l'un sur l'autre deux éléments infinitésimaux de courant (deux *noumènes*) et conçoit appareils et expériences destinés à vérifier la structure à la fois classique (action et réaction dirigées selon la droite qui joint les centres des éléments), newtonienne (force inversement proportionnelle au carré de la distance qui sépare les éléments) et vectorielle (faisant intervenir les lignes trigonométriques des angles des deux éléments de courant et des angles faits avec la droite qui les joint). Ajoutons qu'à la différence d'Arago et de Biot, formés à la discipline rigoureuse des géodésiens, Ampère n'est pas un homme de mesures. Les expériences qu'il imagine et réalise sont des expériences qualitatives, des « expériences de zéro » où des portions mobiles de circuits alimentées en courant se déplacent l'une par rapport à l'autre, *sauf* dans une position relative prédéterminée.

Pour Ampère, les aimants se réduisent à des assemblages de courants particulaires et peuvent être remplacés par des «solénoïdes », des hélices électriques, bobines de fil parcourues par le courant électrique.

Pendant les cinq années suivantes, Ampère répond aux objections qui sont faites à sa théorie et montre qu'elle explique toutes les nouvelles expériences, en particulier celles qu'imagine cet autre génie qu'est Faraday.

La nouvelle science qu'il a créée, l'électrodynamique, fait souffler un vent de renouveau sur un domaine qui semblait bloqué et lui vaudra d'être considéré plus tard par Maxwell comme le « *Newton de l'électricité* ». En 1881, le Congrès international des électriciens retiendra son nom pour désigner l'unité d'intensité de courant électrique. Et pourtant, ce n'est là pas le moindre paradoxe, l'électromagnétisme se développera sans utiliser la formule d'Ampère, trop compliquée à l'usage et retiendra la notion de champ magnétique issue des travaux de Faraday et de Maxwell, retour du magnétisme qu'Ampère avait voulu remplacer partout par des assemblages de courant !

Le 10 juin 1826, le mal dont Ampère souffrait depuis bien des années, met un terme à la vie d'un homme généreux, passionné, usé par le travail et les chagrins domestiques. Je ne me risquerai pas à tirer une conclusion du parcours intellectuel et spirituel d'un génie qui me dépasse de cent coudées. Mieux vaut lui en laisser le soin. Un appel à son ami Bredin résume la perplexité et l'insatisfaction de sa quête :

« *Je ne trouve que des vérités, enseigne moi la Vérité* ».

Sans l'abandonner, il semble qu'il ait eu conscience de l'inanité de l'espoir que sa théorie des relations puise le conduire, par l'usage de la raison, à « prouver l'existence » de Dieu. N'affirmait-il pas que toutes les spéculations philosophiques et scientifiques n'étaient que « *pures vanités* » ?

Conforté dans sa foi par la prière, au témoignage d'Ozanam et par la méditation de son livre de chevet, l'*Imitation,* il eut une fin apaisée. Deux passages du livre III de cet ouvrage, a-t-il écrit à Bredin, encore, l'avaient marqué : le chapitre 16, *Quod verum solutium in solo Deo est quaerendum,* et le chapitre 37, *« Fili, relinque te, et invenies me ».*

Je ne m'aventurerai pas plus à tirer des conclusions épistémologiques de son œuvre scientifique et philosophique. D'autres, bien plus savants, l'ont fait et l'on en trouvera l'essentiel dans la bibliographie. Oserai-je hasarder une approche de la complexité, de l'éclectisme surprenant de la pensée d'Ampère avec ses éclairs géniaux, dans la réponse à Nicodème dans l'Evangile de Jean (3,8) :

« Spiritus ut vult spirat »

« L'esprit souffle où il veut ».

Bibliographie sommaire

Pour la vie d'Ampère :

LAUNAY Louis de : *Le grand Ampère*, Librairie académique Perrin, 1925.

Pour l'épistémologie de son œuvre :

BLONDEL Christine : *Ampère et la création de l'électrodynamique*, Paris, CTHS 1982, (l'ouvrage de référence et pour longtemps !)

DUFOUR Xavier: *André Marie Ampère : Une philosophie de la connaissance*, Lyon III, thèse soutenue en 2003

SCHEIDECKER–CHEVALIER MYRIAM: *Contribution à l'étude de l'œuvre chimique d'Ampère*, Lille, thèse soutenue le 13 octobre 1992

On trouvera une mise à jour du point de vue de ces auteurs dans le Bulletin n°37 de la Sabix (Société des amis de la Bibliothèque de l'Ecole Polytechnique, disponible sur Internet en 2013)

WILLIAMS Lucius Pearce: article Ampere in Gilespie, *Dictionary of scientific Biography*, 1970

Ouvrages généraux :

HOFMANN James R.: *André-Marie Ampère. Enlightement and Electrodynamics*, 1995,Blackwell Publishers Oxford

LOCQUENEUX Robert: *Ampère, encyclopédiste et physicien*, EDP Sciences 2008.

JACQUES LORDAT (1773-1870) : FONDATEUR DE LA NEUROPSYCHOLOGIE COGNITIVE ?

par

Jean-Luc NESPOULOUS de l'Académie de Montauban

Mise en situation

L'étude des relations mutuelles du cerveau/esprit et du langage n'attendit certainement pas d'être baptisée neurolinguistique ou neuropsycholinguistique pour que soit avancée une première caractérisation des troubles du langage (ou « aphasies ») consécutifs à telle ou telle lésion cérébrale.

C'est ainsi que, dès la publication des travaux de Paul Broca (1863), cliniciens et chercheurs se lancèrent dans l'établissement de corrélations aussi étroites que possible entre (a) le siège des lésions cérébrales entraînant des perturbations du langage oral et/ou écrit et (b) la nature linguistique de ces dernières. Du point de vue méthodologique, ces travaux de première génération reposèrent (a) sur l'anatomo-pathologie pour la caractérisation *post mortem* des parties du cerveau dont la lésion avait provoqué une aphasie du vivant de ces patients et (b) sur les connaissances « grammaticales » que les aphasiologues – neurologues pour la plupart à cette époque là – pouvaient avoir glanées lors de leur cursus scolaire et universitaire.

Dans le contexte d'une telle démarche – reposant essentiellement sur l'établissement de corrélations anatomo-cliniques – les premiers grands tableaux aphasiques trouvèrent leur première définition. Une *aphasie de Broca,* à la symptomatologie essentiellement expressive, fut alors associée à une lésion de la partie postérieure de la troisième circonvolution frontale ; une *aphasie de Wernicke*, entravant massivement le bon fonctionnement des mécanismes présidant à la compréhension du langage mais responsables également d'une production aberrante bien que quantitativement abondante, fut rattachée à une lésion rétrorolandique affectant, selon les cas, les cortex auditifs et visuels primaires ainsi que leurs cortex associatifs spécifiques (Lecours, Lhermite *et al*., 1979). D'autres tableaux cliniques furent également décrits et, chaque fois, fut spécifiée la nature des symptômes observés, même si cette dernière demeurait trop peu détaillée.

Une deuxième étape, sans rupture fondamentale avec la précédente, permit d'affiner la descriptions des symptômes aphasiques grâce aux apports nouveaux de la linguistique générale et de la phonétique, disciplines qui trouvèrent leurs premières formes d'expression dans les travaux de Ferdinand de Saussure, en Europe, et dans ceux de Leonard Bloomfield, en Amérique du Nord dans les deux premières décennies du XX^{e} siècle, mais qui ne parvinrent à leur première application concrète au domaine de l'aphasie qu'avec les travaux de pionniers de Roman Jakobson (linguiste) et Théophile Alajouanine (neurologue), d'André Ombredane (psychologue) et de Marguerite Durand (phonéticienne), à la veille de la deuxième guerre mondiale (1939). Une telle entreprise multidisciplinaire (avant la lettre !) eut donc pour effet de caractériser de façon de plus en plus sophistiquée les divers types de structures linguistiques perturbées ou épargnées dans telle ou telle forme d'aphasie. Sans un modèle linguistique permettant de hiérarchiser les constituants structuraux d'une langue naturelle, comment pourrait-on, encore aujourd'hui, comprendre pourquoi certains phonèmes, morphèmes ou certaines structures syntaxiques structuralement plus simples se trouvent peu (ou pas ?) perturbés dans le contexte d'une aphasie alors même que d'autres – structuralement plus complexes – sont l'objet d'atteintes plus systématiques !

Une troisième étape, toute récente, vit le raffinement venir, cette fois, de la neuroradiologie. De la même façon que la linguistique avait rendu possible la caractérisation précise des symptômes aphasiques, divers types nouveaux de techniques d'imagerie fonctionnelle cérébrale vinrent alors permettre de définir avec grande précision – morphologiquement et /ou fonctionnellement – les diverses parties du cerveau lésées et/ou en situation de dysfonctionnement chez tel ou tel aphasique, et cela de son vivant et de façon de moins en moins invasive. Parallèlement, certaines de ces techniques permirent d'identifier, chez le sujet normal cette fois, telle ou telle zone cérébrale impliquée dans la réalisation de telle ou telle tâche linguistique.

Deux points communs entre ces générations de travaux : (a) la quête de corrélations anatomocliniques et (b) leur caractère résolument descriptif. En d'autres termes, on parvint de mieux en mieux à savoir où se trouvait, chez un aphasique donné, la lésion responsable de ses perturbations linguistiques et quelle en était la nature, linguistiquement parlant. Une carence commune dans les travaux des cliniciens et chercheurs de ces trois premières approches : l'absence de caractère interprétatif et explicatif.

De la neurolinguistique descriptive à la neuropsycholinguistique cognitive…

Parallèlement aux développements importants de la linguistique et des techniques d'imagerie fonctionnelle cérébrale, fécondées lors du symposium Hixon (1948) sous l'impulsion de chercheurs comme John Von Neumann, Warren Mc Cullogh, Karl Lashley et bien d'autres, naquirent dans les quinze années suivantes ce que l'on appelle aujourd'hui les *Sciences Cognitives*, dont la psychologie cognitive constitua dès le départ l'un des piliers principaux (Gardner, 1985).

À la base de la démarche de cette nouvelle génération de chercheurs et en rupture

avec le courant behavioriste jusque là triomphant en psychologie : le désir de caractériser *l'organisation et le fonctionnement des représentations mentales* que l'esprit humain doit manipuler dans le cerveau lors de toute tâche de production et/ou de compréhension du langage ; en d'autres termes, l'envie de tenter d'*expliquer* par quels niveaux de représentation et par quels processus l'être humain doit *logiquement* (plausiblement ?) passer pour effectuer la transmutation du sens en son (en production), et du son en sens (en compréhension). L' « *architecture fonctionnelle* » (base structurale du système de traitement de l'information dans l'esprit humain) qui fut alors proposée à partir d'un ensemble d'inférences logiques dut, certes, plus au développement de la «métaphore informatique » qu'à la prise en compte de ce que d'aucuns appelaient les « mécanismes cérébraux du langage » mais l'apport d'un tel courant, en dépit de certaines réticences, s'avéra très vite crucial en aphasiologie et le vocable de *neuropsychologie cognitive* fut alors créé.

En pratique clinique courante, cette évolution — que d'aucuns qualifièrent de « révolution » — eut pour effet principal de ne plus limiter l'étude des troubles du langage dans l'aphasie à la « double description » (site lésionnel + définition de la nature « superficielle » des symptômes) mais, plus ambitieusement, de tenter de cerner le(s) déterminisme(s) sous-jacent(s) des manifestations de surface (ou symptômes) relevés chez tel ou tel patient, et ce même si la saisie de ce(s) déterminisme(s) s'opérait en termes logiques plutôt que neurophysiologiques. Certains en vinrent alors à « oublier le cerveau » dans leur problématique quotidienne ; d'autres encore –afin d'établir des corrélations à défaut de pouvoir dégager des liens à valeur causale – continuèrent à tenter de vaincre l'antique dualité «corps - esprit». Telle est encore, clairement, la situation à l'heure actuelle, mais une telle situation avait été connue et vécue, avant tout le monde, par un « illustre inconnu » qu'il convient, selon nous, de réhabiliter : Jacques Lordat.

Jacques Lordat (1773-1870) : fondateur oublié de la neuropsycholinguistique cognitive

Jacques Lordat naît à Tournay, près de Tarbes (Hautes-Pyrénées), le 11 février 1773. On peut imaginer que la profession de son père, Jean Lordat, — « maître en chirurgie » – eut une certaine influence sur son parcours professionnel puisqu'on le retrouve en 1793, à vingt ans, à Plaisance (Gers), « admis dans les hôpitaux militaires comme élève en chirurgie » (Larousse, 1878). Selon Michel Jean-Marie Bayle qui, en 1939, à l'Université de Bordeaux, consacra sa thèse en Médecine aux « Fondateurs de la doctrine française de l'aphasie », il fut en partie formé en cette ville par un Docteur Broca (cela ne s'invente pas !) qui pourrait bien avoir été Benjamin Broca, le père de Paul Broca (qui ne naîtra qu'en 1824), tous deux natifs de Sainte-Foy-la-Grande, distante de Plaisance d'à peine 160 kilomètres, cette dernière ville étant située à 60 kilomètres de Tournay..

« En 1799, à 26 ans, il commença sa carrière à la Faculté de Médecine de Montpellier, d'abord comme professeur libre, puis comme agrégé de médecine opératoire (1811) ».

Le Professeur Paul-Joseph Barthez (1734-1806), chantre du *vitalisme*, véritable doctrine développée dans cette faculté, se prit d'amitié pour Jacques Lordat. Il le fit nommer prosecteur de la Faculté de cette ville et lui légua ses manuscrits.

« En 1813, à la mort de Dumas, Jacques Lordat fut choisi pour lui succéder à la chaire de physiologie qu'il devait occuper pendant plus de cinquante ans, c'est-à-dire jusqu'à un âge proche de 90 ans » (Bayle, 1939).

Il mourut le 25 avril 1870, à 5h du matin, en la maison Kulnholtz, rue Puits du Temple, sans descendance autre que celle, spirituelle celle-la, qui l'avait rapproché d'un de ses disciples – du nom de Kulnholtz précisément – lequel avait transcrit bon nombre des propos et réflexions de son maître comme cela était souvent la coutume.

Jacques Lordat et la modélisation de la production de la parole

Notre propos n'est pas de couvrir l'ensemble des thématiques qui occupèrent l'esprit de Jacques Lordat au long de sa longue carrière universitaire. Nous nous concentrerons sur l'enseignement qu'il dispensa dès 1820 – avant Bouillaud (1825), Marc Dax (1836) et Broca (1865) – en matière d' « analyse de la parole » pour reprendre ses propres termes. Cet enseignement se trouva enrichi, quelques années plus tard, par sa propre expérience de patient frappé d'aphasie (1825), une aphasie dont il récupéra largement et dont il nous livra son introspection rétrospective.

L'analyse de l'acte de parole, tel que Jacques Lordat le voit, avant et après son épisode aphasique, consiste en l'identification de différents niveaux et de différentes étapes dans la transmutation du sens en sons, sur le versant de la production du langage oral.

Comme Franz Joseph Gall (1822) – mais dans un contexte différent – Jacques Lordat « fractionne » le comportement verbal en diverses opérations mentales, chacune étant susceptible d'être perturbée indépendamment des autres. Si, dans sa démarche analytique, il ne recourt pas au terme moderne de « dissociation » (entre les composantes qui sont perturbées et celles qui sont encore opérationnelles chez un patient donné), il n'en demeure pas moins que la notion est bien présente à son esprit.

Voici l'énumération des dix opérations, niveaux et étapes qu'il considère comme indispensables pour l'engendrement d'un message oral bien formé (Lordat, 1823, 1843) » :

Circonscription du sujet ou de la pensée à transmettre,

Division du sujet principal en pensées partielles ou en propositions, et des propositions en idées élémentaires,

Corporification des idées en sons ou remémoration des sons antérieurs conservés dans la mémoire (sons signifie ici « mots » ; on parlera plus tard d' « images acoustiques »),

Disposition syntaxique de ces sons,

Exécution de ces sons par des mouvements synergiques imprimés aux organes vocaux,

Attention au rythme et à la prosodie,

Lutte contre l'instabilité d'énergie des muscles,

Etude intuitive des organes de la parole (Lordat est ici un précurseur de la phonétique, discipline à laquelle l'abbé Jean-Pierre Rousselot donnera un statut expérimental en 1897),

Compensation solidaire des sons vocaux dans l'ordre mécanique en changeant les mouvements,

Surveillance perpétuelle contre l'affaiblissement progressif de la « force vitale » (où l'on voit émerger l'influence de Barthez).

Lordat défend la plausibilité de chacun de ces niveaux par divers exemples tirés de l'observation de tel ou tel patient *ou* de lui-même (après 1825 et la survenue de son aphasie transitoire).

Les cinq premiers niveaux constituent pour lui de véritables étapes successives du processus d'encodage d'un message verbal. Les cinq rubriques suivantes font plutôt

penser à des mécanismes de contrôle, dans une phraséologie plus moderne. Quant au dernier item, nous avons envie de le paraphraser, ici encore en termes plus modernes, en parlant de maintien du contrôle attentionnel indispensable au développement de toute activité humaine complexe, verbale ou pas. Dans son ouvrage *L'analyse de la parole* (1823), Lordat ne développe en fait que les cinq premiers niveaux, ce qui, nous semble-t-il, justifie le découpage (en 2x5) que nous venons d'effectuer.

Nous n'entrerons pas dans le détail de l'argumentaire de Lordat mais nous donnerons deux exemples qui illustrent bien la méthode mise au point par lui pour tenter de justifier, à partir de données cliniques observées avec minutie, la plausibilité cognitive de l'existence de tel ou tel niveau postulé dans son modèle, et ce sans aucune tentative de corrélation avec telle ou telle partie du substrat biologique de la parole et du langage dans le cerveau humain.

Première observation (datant d'avant 1820)

Lordat écrit :

« Très longtemps avant ma maladie, j'avais été appelé à Saint-Guillen-le-Désert pour aller voir un ecclésiastique qu'on disait atteint d'apoplexie /…/. Quand j'arrivai, le prétendu apoplectique était assis sur son lit, très éveillé ; il me reçut d'un air gracieux et ouvert. Il sembla s'occuper plus de moi que de lui. J'étais venu à cheval ; le temps était mauvais. Il fit des signes pour faire entendre qu'il fallait d'abord me réchauffer et me faire dîner. Ce langage, tout muet qu'il était, fut assez significatif pour que tout le monde se mît en mouvement et obéît. Mais il voulait donner un autre ordre que personne ne comprenait. Il montrait son impatience par deux mots très vigoureux dont l'un était « iii » et l'autre le juron le plus énergique de notre langue, qui commence par la lettre « f » et que nos dictionnaires n'ont jamais osé écrire. Ces cris furent répétés un grand nombre de fois… jusqu'à ce qu'on eût deviné son intention, qui était qu'on soignât mon cheval… ».

Jacques Lordat nomma ce type de trouble du langage « amnésie verbale » ou « alalie par amnésie verbale ». En bref, le patient savait parfaitement ce qu'il voulait dire mais il ne pouvait trouver les mots pour le dire. « Je le sais mais je peux pas le dire » ! Combien de fois avons-nous entendu, nous-mêmes (comme tout neurologue), un aphasique (dit de Broca) s'exprimer ainsi !

Deuxième observation : l'aphasie de Lordat vue par lui-même (post 1825)

En 1825, pendant l'été, Jacques Lordat est atteint d'alalie ou d'amnésie verbale.

« Je m'aperçus qu'en voulant parler je ne trouvais plus les mots dont j'avais besoin. Ce symptôme me surprit et me rendit méditatif. Je voulais me persuader que cet embarras avait été une distraction passagère, et qu'avec un peu d'attention la parole serait toujours la même. J'étais dans ces réflexions lorsqu'on m'annonça qu'un personnage, qui était venu dans ma maison pour avoir de mes nouvelles, s'était dispensé de me voir dans la crainte de m'incommoder. J'ouvrais la bouche pour répondre à cette politesse. Ma pensée était toute prête. Mais les sons qui devaient la confier à l'intermédiaire n'étaient plus à ma disposition. Je me retourne avec consternation et je dis en moi-même : « il est donc vrai que je ne puis plus parler ! ».

« La difficulté s'accrut rapidement et, dans l'espace de vingt-quatre heures, je me trouvai privé de la valeur de presque tous les mots. S'il m'en restait quelques-uns, ils me devenaient presque inutiles, parce que je ne me souvenais plus de la manière dont il fallait les coordonner pour qu'ils exprimassent une pensée. Je me trouvais donc atteint d'alalie incomplète ». En termes modernes, Lordat fut alors frappé d'agrammatisme (= « style télégraphique » ou parler « petit nègre » (sic) : « moi… aimer … vous », l'exemple est de Lordat.).

Le tableau clinique s'aggrave encore peu après... :

« Je n'étais plus en état de recevoir les idées d'autrui, parce que toute l'amnésie qui m'empêchait de parler me rendait incapable de comprendre assez promptement les sons que j'entendais pour que j'en pusse saisir la signification … Je pensai qu'un étranger qui commence à balbutier notre langue et qui a toutes les peines du monde à trouver les noms des choses les plus communes et à les prononcer, devait me ressembler sous divers points de vue ».

… mais sa pensée demeure intacte :

« Ne croyez pas qu'il y ait eu le moindre changement dans les fonctions du sens intime. Je me sentais toujours le même intérieurement. L'isolement mental, la tristesse, l'embarras, l'air stupide qui en provenait, faisaient croire à plusieurs qu'il existait en moi un affaiblissement des facultés intellectuelles. Cette erreur causa du chagrin à quelques-uns, de la satisfaction à d'autres ». Sur ce dernier point, le Dr. Guardia, au lendemain de la mort de Jacques Lordat, en 1870, publia un article, dans la *Gazette Médicale de Paris,* dont nous extrairons l'anecdote suivante :

« Ce fut pendant cette maladie que Lallemand (collègue de Lordat à Montpellier) étant allé lui rendre visite avec son collègue M. Dubreuil, professeur d'anatomie, dit à ce dernier, en des termes faisant référence aux enseignements de Barthez repris, au moins partiellement, par Lordat : « Pour le coup, le *principe vital* est bien foutu ! ». De toute évidence, il pensait que Lordat ne décoderait pas le message mais celui-ci, ayant récupéré (ce qui lui prit environ quatre ans), lui rappellera un jour l'épisode, ce qui montre bien que l'amnésie verbale de Lordat n'avait point été totale et que son intelligence et son « sens intime » étaient *à l'état normal* en dépit des dysfonctionnements langagiers dont il souffrait.

Lordat compléta ses observations symptomatologiques en forgeant d'autres notions qui sont toujours d'actualité même si elles portent d'autres noms dans la terminologie actuelle. Nous n'en donnerons que deux exemples :

Pour indiquer que, parfois, le mot infructueusement recherché par le locuteur va se trouver remplacé par un autre (souvent proche du mot-cible au plan sémantique), Lordat forge le terme « *paramnésie* », terme qui, quelques décennies plus tard, sera remplacé par « *paraphasie sémantique* ».

Pour indiquer que, parfois, les sons constitutifs d'un mot (on dirait aujourd'hui les « phonèmes ») ne sont pas ordonnés séquentiellement de manière adéquate, il parle toujours de paramnésie ou paralalie mais il situe ces phénomènes à un niveau inférieur (postérieur) dans son modèle à 10 strates mentionné précédemment. On retrouve là, sans le moindre doute, l'ancêtre de la « *paraphasie phonémique* ».

Nous pourrions parler aussi de l'observation que Jacques Lordat fit de son collègue

Pierre Marie Auguste Broussonet (1761-1807), médecin et naturaliste, frappé lui aussi d'aphasie (en 1806) mais présentant, selon Lordat, bon nombre de symptômes différents de ceux qu'il avait lui-même manifestés. Le cas Broussonet est un des deux cas de Lordat présentés par Bousquet dans son rapport de 1820. La lecture du texte de Lordat à propos de Broussonet (ainsi que celle de son successeur au jardin des Plantes de Montpellier, Augustin Pyramus de Candolle (1778-1841) est absolument indispensable à quiconque s'intéresse au « manque du mot » dans l'aphasie. Lordat en particulier y soulève plusieurs hypothèses qui font encore aujourd'hui l'objet de recherches neuropsycholinguistiques (cf. rôle de la catégorie grammaticale, rôle de la fréquence lexicale…).

Nous n'en dirons pas davantage, invitant vivement le lecteur à consulter ceux de ses écrits qui ont été publiés ou re-publiés (Hécaen & Dubois, 1969) ou bien la thèse de Michel Jean-Marie Bayle (Bayle, 1939).

Une fois cette lecture effectuée, nous invitons le lecteur à consulter les modèles psycholinguistiques de la production du langage qui ont été mis au point, un siècle après la mort de Lordat, par V. Fromkin (1973), M. Garrett (1980), P. Levelt (1989) et nous-même (Nespoulous, 1973). Il sera inévitablement frappé par la forte ressemblance existant, de fait, entre les architectures fonctionnelles proposés par ces auteurs et celle – certes un peu plus « rustique » — avancée par Jacques Lordat dans ses écrits et certainement enseignée par ce dernier dès 1820, soit 45 ans avant les publications de Paul Broca qui ne le citera jamais !

Jacques Lordat, la cognition, le langage et la localisation cérébrale

Sur ce thème qui s'avérera crucial pour Paul Broca et qui l'est de toute évidence pour tous les tenants de l'imagerie fonctionnelle moderne, la position de Jacques Lordat est très claire :

« Vous pensez bien qu'on m'a souvent demandé et que je me suis souvent demandé à moi-même s'il était vrai que dans le lieu de l'agence intellectuelle il y eût une partie où se réservent les souvenirs des sons verbaux, et si les désordres survenant dans cette région rendaient difficile ou impossible la remémoration des mots, mais je n'ai rien appris ni senti qui m'aidât à cette question. Un léger nuage douloureux sur le bas du front m'a longtemps incommodé pendant ma maladie et ma convalescence, mais j'ignore si la sensation résidait dans les sinus frontaux, ou si elle occupait la base correspondante du cerveau. D'ailleurs elle a continué à l'époque où je sentais que l'amnésie s'affaiblissait. Un fait de ce genre n'est pas assez significatif pour en tirer une induction ».

En écrivant ces lignes, Lordat avait certainement en tête les écrits de Gall et de Bouillaud qui proposaient de localiser le langage dans les (deux) lobules antérieurs du cerveau !

Un tel refus de localiser peut s'expliquer en partie par le manque de moyens d'observation du cerveau autres que l'autopsie – moyen qu'utilisera Paul Broca quelques décennies plus tard – mais elle trouve certainement une explication complémentaire, au moins partielle, dans l'enracinement de Lordat dans la pensée de Barthez qui fut, au moins pour un temps, maître à penser de la Faculté de Médecine de cette ville. Il ne

faut, en effet, point oublier que le vitalisme, selon Lalande, dans son *Vocabulaire technique et critique de la philosophie*, est « une doctrine d'après laquelle il existe en chaque être vivant un « principe vital », distinct à la fois de l'âme pensante et des propriétés physico-chimiques du corps, gouvernant les phénomènes de la vie ». Un tel « principe vital » vient en quelque sorte briser le dualisme cartésien « Corps-Esprit », ou « Cerveau-Esprit ».

Dans un tel contexte, Jacques Lordat est clairement un précurseur en matière de *psychopathologie fonctionnelle*. Il peut même être considéré légitimement comme le fondateur de la neuropsychologie cognitive dont les deux chantres modernes sont Jerry Fodor (*La modularité de l'esprit humain* », 1983) et Hilary Putnam (*Représentation et réalité*, 1988), s'affranchissant totalement de considérations neurobiologiques et neurophysiologiques au profit de l'édification d'une *vision fonctionnelle de l'architecture du langage dans l'esprit humain,* et ce même si chacun sait bien que l'esprit est « hébergé » dans le cerveau et non dans le foie, le cœur, la grande pinéale … comme on le pensait à d'autres époques.

Toujours dans un tel contexte, il conviendrait de rouvrir le débat en fonction des évolutions récentes de technologies qui permettent d'observer le fonctionnement du cerveau, y compris chez le sujet sain, alors qu'il est impliqué dans telle ou telle tâche langagière : Pet Scan, IRMf, MEG, potentiels évoqués…

La question fondamentale est ici la suivante : l'imagerie fonctionnelle cérébrale permet-elle d'expliquer *comment* fonctionne une faculté cognitive comme le langage (ou d'autres fonctions), au-delà de la simple identification/localisation topographique des réseaux neuronaux impliqués ? De manière un peu brutale, une telle question nous renvoie fatalement à la phrénologie d'un Gall, surtout lorsqu'on voit certaines publications récentes proposer d'utiliser l'Imagerie Fonctionnelle Cérébrale comme détecteur de mensonges...

Réhabilitation de Jacques Lordat, trop souvent et si longtemps boycotté…

Nous terminerons cet exposé par un plaidoyer visant à la réhabilitation de Jacques Lordat, trop souvent et trop longtemps ignoré, boycotté, par certains de ses contemporains et successeurs.

Certes, nous savons bien que le doute plane sur la date de certains de ses écrits. Certains de ceux-ci n'ont effectivement jamais été retrouvés. Il n'en demeure pas moins que l'enseignement de Jacques Lordat était connu et reconnu par bon nombre de médecins, sans doute parfois par tradition orale plutôt qu'écrite, et qu'il a été cité par d'éminents collègues, parmi lesquels (i) Marc Dax (texte lu à Montpellier en 1836, un an avant sa mort, et publié par son fils Guillaume, en 1865, à quelques jours de la publication de Paul Broca (!), (ii) Adolf Kussmaul (1822-1902), qui n'était pas natif de Montpellier mais de Graben, près de Karlsruhe, (iii) Armand Trousseau (1801-1867) de Tours qui, grâce à Littré, imposa finalement le terme d' « aphasie » contre celui d' « aphémie » que préférait Broca, (iv) Joseph Grasset (1849-1918), de Montpellier, et François Moutier (1881-1961), de Caen, auteur d'un volumineux ouvrage sur l'aphasie de Broca avant d'aller inventer la gastro-entérologie… tout en étant poète !

S'agissant de Jacques Lordat, et même si son enseignement oral avait déjà eu visiblement une influence en dehors de Montpellier, sa première contribution écrite, indiscutable,

date de 1843, soit encore 20 ans avant les premiers textes de Paul Broca. Il s'agit d'un texte publié dans le *Journal de la Société de médecine pratique de Montpellier* (**7**, 333-353, 417-433 et **8**, 1-1) et rédigé, avec son accord, par son élève Kuhnholtz.

Pour toutes les raisons indirectement évoquées dans notre exposé, et surtout du fait de son caractère profondément novateur, il est grand temps que les travaux de Jacques Lordat sur l'aphasie soient réhabilités (Ombredane, 1950, Lecours, Nespoulous & Pioger, 1987), de même que ceux de Marx Dax qui s'est clairement fait « voler la vedette » par Paul Broca en établissant, bien avant ce dernier, la dominance hémisphérique gauche pour le langage. Quant à Broca, peu après ses publications « historiques », il abandonna bien vite le champ aphasiologique pour se lancer dans une craniométrie suspecte que Stephen Gould a fort bien analysée dans son ouvrage, traduit en français sous le titre de « La malmesure de l'homme » (1979).

En guise de conclusion…

L'étude des relations mutuelles du cerveau/esprit humain et du langage est d'une grande complexité et requiert la convocation de diverses disciplines (Nespoulous, 1994). Dans le contexte d'une telle approche pluridisciplinaire, voire interdisciplinaire, il semble clairement que :

nul n'est mieux qualifié que le linguiste pour décrire les structures – phonologiques, morphologiques, syntaxiques… - du langage. C'est donc clairement à lui, et à nul autre, d'échafauder ce que l'on appelle, depuis Noam Chomsky, les **modèles de compétence.** Sans de tels modèles, sans caractérisation précise des structures du langage, les modèles de traitement (= fonctionnels) ne sauraient rendre compte que de façon très imparfaite de ce dont ils devraient « traiter » ! Jacques Lordat n'était pas linguiste mais il avait clairement perçu l'importance de disciplines comme la linguistique et la phonétique – avant la lettre – pour définir aussi précisément que possible les phénomènes langagiers (symptômes) observés chez les patients aphasiques (dont il fut).

nul n'est mieux qualifié que le psycholinguiste pour établir l'architecture fonctionnelle – c'est à dire l'organisation et le mode (et les étapes) de fonctionnement – des structures susmentionnées. C'est donc à lui qu'incombe la tâche d'élaborer, toujours en termes chomskiens, les *modèles de performance*, lesquels, en plus de spécifier les niveaux de représentation et les processus (logiquement) nécessaires au traitement adéquat de l'information linguistique, se doivent de prévoir l'entrée enjeu de paramètres –mnésiques, attentionnels, temporels – que les modèles de compétence ne pourront jamais spécifier. Ces derniers n'ont pas pour objectif de rendre compte de la production et de la compréhension « en temps réel » du langage. C'est également à lui – sans doute aidé en cela par ses collègues spécialiste de pragmatique – que revient de rendre compte (tâche des plus difficiles !) des diverses variations interindividuelles issues de la mise en œuvre de stratégies différentes chez différents locuteurs/auditeurs même s'ils ont, en fin de compte, à traiter des structures identiques ! Sur ce registre, les écrits de Jacques Lordat sont lumineux et témoignent d'une exceptionnelle rigueur. Il échafaude progressivement son modèle à partir de données cliniques et, en retour, celui-ci l'aide à caractériser de manière chaque fois plus précise les dysfonctionnements qu'il observe chez de nouveaux patients.

Quant à savoir comment les comportements verbaux ci-dessus se trouvent pris en charge par certaines structures cérébrales plutôt que par d'autres, c'est clairement là que le bât blesse, pour Jacques Lordat comme pour le neuropsycholinguiste contemporain. Même si, dans le contexte particulier de l'aphasiologie, chacun sait depuis longtemps que «localiser une lésion n'est pas localiser une fonction », tout le monde demeure, encore aujourd'hui, perplexe en voyant (a) que deux aphasiques qui présentent une symptomatologie à peu près identique peuvent avoir des lésions différentes et (b) que deux patients ayant des lésions à peu près identiques peuvent présenter une symptomatologie différente ! L'imagerie fonctionnelle cérébrale, y compris chez les sujets sains, n'est pas non plus exempte de variabilité interindividuelle, voire parfois intra-individuelle (par ex : d'un moment à un autre…).

En résumé, il est donc possible d'affirmer :

que la neuropsycholinguistique, depuis Jacques Lordat et jusqu'à aujourd'hui, a surtout profité du développement de *modèles fonctionnels* qui fournissent au chercheur et au clinicien des outils et des méthodes de plus en plus sophistiqués pour appréhender la structure interne statique et le fonctionnement dynamique de l'esprit humain.

que cette évolution, pour ne pas dire ce raz de marée, cognitiviste ne doit pas conduire les neuropsychologues à abandonner la méthode anatomo-clinique et à renoncer à toutes considérations localisationnelles. L'imagerie fonctionnelle cérébrale constitue ici un apport majeur même s'il convient d'en apprécier les limites et de ne point en faire une religion aux vertus miraculeuses…

que la neuropsycholinguistique doit, autant que faire ce peut, intégrer dans son fonctionnement quotidien les acquis des diverses disciplines qui la constituent, sans se laisser aller à la tentation des modes passagères, si importantes soient-elles. Seul compte l'objectif final : appréhender aussi pleinement que possible la dualité — ou plutôt la dialectique – « Corps – esprit » et non, de façon atomistique, une (seule) quelconque composante de cette dialectique.

Il va sans dire que, si un tel objectif semble clair, il est aujourd'hui hors de question d'en proposer ici un calendrier précis!

Péroraison

De toute évidence, *l'esprit humain est « en progrès »*. Après avoir externalisé une partie de ses compétences grâce à l'invention de l'écriture, plusieurs millénaires avant notre ère, voici que, depuis plusieurs décennies, il renforce ses « prolongements technologiques » (Mac Lu'an, 1964), ses « stratégies palliatives » externes en s'appuyant sur des artefacts technologiques (= informatiques) de plus en plus sophistiqués (Christin *et al.*, 2001) qui répartissent la charge cognitive de tout acte de parole, à défaut de pouvoir la diminuer.

De toute évidence aussi, *l'étude de l'esprit humain est également en progrès*, reposant, elle aussi, sur l'avènement de nouvelles technologies permettant, par exemple, de « visualiser le cerveau en action », alors qu'il est engagé dans telle ou telle activité cognitive spécifique (Dehaene, 1997).

Dans les deux cas, et en dépit de ces percées technologiques, les interrogations

« éternelles » demeurent quant à la nature des relations mutuelles de la matière (= cerveau) et de l'esprit, Le programme des premiers philosophes et de leurs successeurs, hommes de science, n'est donc pas épuisé et l'horizon paraît encore lointain…

Références bibliographiques

ALAJOUANINE Théophile, OMBREDANE André & DURAND Marguerite, *Le syndrome de désintégration phonétique dans l'aphasie* , Paris, Masson, 1939

BAYLE Michel, Jean-Marie, *Les fondateurs de la doctrine française de l'aphasie*, Bordeaux, Bière, 1939.

BLOOMFIELD Léonard, *Le Langage*, Paris, Payot, 1970.

BOUILLAUD Jean-Baptiste, « Recherches cliniques propres à démontrer que la perte de la parole correspond à la lésion des lobules antérieurs du cerveau et à confirmer l'opinion de M. Gall sur le siège de l'organe du langage articulé », *Archives générales de Médecine*, 3, 25-45.

BOUSQUET, « Rapport sur une observation ». *Recueil périodique de la Société de médecine de Paris,* p.317, (cité par Bayle), 1820.

BROCA Paul, « Du siège de la faculté du langage articulé », *Bulletin de la Société d'Anthropologie*, VI, 377-393, 1865.

CHRISTIN Anne-Marie (Éd.), *Histoire de l'écriture. De l'idéogramme au multimédia*, Paris, Flammarion, 2012.

DAX Gustave, « Sur le même sujet », *Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie*, 2, 260-262 (Cf. référence ci-dessous), 1865.

DAX Marc, « Lésions de la moitié gauche de l'encéphale coïncidant avec l'oubli des signes de la pensée », lu au congrès méridional de Montpellier en 1836, *Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie*, 2, 260-262, 1865.

DEHAENE Stanislas, (Éd.) *Le cerveau en action. Imagerie cérébrale fonctionnelle en psychologie cognitive*, Paris, Presses Universitaires de France, 1997.

FODOR JERRY, *The modularity of mind*, Cambridge, The M.I.T Press, 1983.

FROMKIN Victoria, *Speech errors as linguistic evidence*, The Hague, Mouton, 1973.

GARDNER Howard, *The mind's new science. A history of the cognitive revolution*, New York, Basic books inc., 1985.

GARRETT Merrill, « Levels of processing in sentence production », in Brian Butterworth (Éd.) « *Language production : Vol 1. Speech and talk* », London, Academic Press, 1980.

JAY GOULD Steven, *The mismeasure of man*, New York, Norton, 1981.

GRASSET Joseph, « La fonction du langage et la localisation des centres psychiques dans le cerveau », *Revue de Philosophie*, 1907.

GUARDIA, « Le Professeur Jacques Lordat », *Gazette médicale de Paris*, XXV, 1870 (cité par Bayle, 1939)

HECAEN Henry & DUBOIS Jean, *La naissance de la neuropsychologie du langage (1825-1865)*, Paris, Flammarion, 1969.

JAKOBSON Roman, *Langage enfantin et aphasie*, Paris, Editions de Minuit, 1969.

KUSSMAUL ADOLF., « Die Störungen der Sprache », *Handbuch von Pathologie und Therapie von Ziessen's,* 12, 168, 1876.

ROCH LECOURS André & LHERMITTE François, *L'aphasie*, Paris, Flammarion, 1979.

ROCH LECOURS André, NESPOULOUS Jean-Luc & PIOGER Dominique, « Jacques Lordat or the birth of cognitive neuropsychology », in Eric Keller & Myrna Gopnik (Éd.), *Motor and sensory processes of language*, Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates, 1-16,1987.

LEVELT Willem, *Speaking. From intention to articulation*, Cambridge, The M.I.T Press, 1989.

LORDAT Jacques, *Revue périodique de la société de médecine de Paris* (p. 317). (Cité par Moutier, 1908), 1820.

LORDAT Jacques, *Analyse de la parole* (cité par Moutier, 1908), 1823.

LORDAT Jacques, « Leçons tirées du cours de physiologie de l'année scolaire 1842-1843. Analyse de la parole pour servir à la théorie de divers cas d'alalie et de paralalie que les nosologistes ont mal connus (publiées, avec l'autorisation de Lordat, par son élève Kuhnholtz) », *Journal de la Société de médecine pratique de Montpellier*, 7, 333-353, 417-433, et 8, 1-17, 1843.

MARSHALL MC LUHAN, *Pour comprendre les media*, Paris, Mama/Seuil, 1964.

MOUTIER François, *L'aphasie de Broca*, Paris, Steinheil, 1908.

NESPOULOUS Jean-Luc, « La linguistique à la croisée des chemins : de la neurolinguistique à la psycholinguistique. Une application : le circuit de la communication ». *Grammatica*, 4, Annales de l'Université de Toulouse-Le Mirail, 91-114, 1973.

NESPOULOUS Jean-Luc, « Linguistique, psycholinguistique et neuropsycholinguistique. Un parcours en quatre étapes », in Xavier Seron & Marc Jeannerod (Éd.), *Neuropsychologie Humaine*, Bruxelles, Mardaga, 317-319, 1994.

OMBREDANE André, *L'aphasie et l'élaboration de la pensée explicite*, Paris, Masson, 1950.

PUTNAM Hilary, *Représentation et réalité*, Paris, Gallimard, 1990.

ROUSSELOT Jean-Pierre, *Principes de phonétique expérimentale,* Paris-Leipzig, Welter, 1897-1901.

SAUSSURE Ferdinand (DE), *Cours de linguistique générale*, Paris, Payot, 1968 (première édition en 1915).

TROUSSEAU Armand, « De l'aphasie, maladie décrite récemment sous le nom impropre d'aphémie », *Gazette des hôpitaux,* 37, 1864 et *Clinique médicale*, 1865.

LES EXPÉRIENCES DE PROGRÈS

DES SCIENCES AGRONOMIQUES À L'AGRICULTURE : ANALYSE CRITIQUE DE L'ESPRIT DE PROGRÈS

par

Jean SALETTE *de l'Académie d'Angers*

L'esprit humain a su progresser largement dans la découverte des lois biologiques permettant de comprendre les phénomènes complexes de la production agricole, végétale et animale. Le corollaire en a été une démarche de caractère scientifique par la mise en place d'une réflexion progressive sur les phénomènes observés et sur les principes organisateurs de ces productions, avec le souci des possibilités de leur généralisation. Il s'agit d'une démarche intellectuelle, et ceux qui le conduisent peuvent être appelés agronomes.

Parallèlement, et sans doute depuis les débuts au Néolithique, les agriculteurs ont orienté leur intelligence vers des observations sur la répétabilité des choses observées, et les relations causes-effets. Ils ont réfléchi continûment, souvent dans un cadre d'échanges dans leurs communautés et ont ainsi constitué un véritable empirisme organisateur de leurs activités, avec plusieurs idées pour avancer, c'est-à-dire pour progresser vers leurs objectifs. Relativement aux diverses sociétés et au cours de l'histoire on peut penser que les relations entre ces deux mondes de la pensée n'ont pas été organisées de manière systématique et des différences entre époques et entre régions sont faciles à constater.

Énumérons quelques orientations de l'esprit vers la notion de progrès au cours de l'histoire. Sans y insister, rappelons l'importance, dès l'antiquité, d'agronomes au Moyen-Orient, en Egypte (il a bien fallu organiser l'agriculture spécifique liée aux crues du Nil), en Grèce, surtout avec Théophraste et avec un renouveau à la suite des conquêtes d'Alexandre. Les agronomes latins ont laissé des écrits particulièrement intéressants ; citons-en deux : Caton l'Ancien, au deuxième siècle B.C. rédige un traité intitulé *de re rustica* qui a été largement diffusé ; de même Columelle au premier siècle A.C. Ils ont inscrit leur activité dans le cadre des besoins d'une agriculture à dominante céréalière et ont naturellement divisé le territoire en trois grands domaines : *l'Ager, le Saltus et l'Hortus*. Le premier comprend tous les terrains cultivés ou cultivables, le *saltus* est constitué des surfaces non labourables et réservé au pâturage des herbivores (essentiellement ovins et caprins), quant à l'*hortus* il est réservé, dans les meilleurs terrains, aux productions horticoles qui nécessitent une plus grande intensification : plus de travail par unité de surface.

Les écrits des agronomes latins ont été utilisés en Europe dès les premiers siècles et ils étaient consultés dans les abbayes dans lesquelles se sont organisées des méthodes réfléchies de mise en valeur des territoires nouveaux, après défrichement, et de conduite des opérations agricoles. Les agronomes latins avaient transmis de bonnes bases pour orienter les travaux agricoles vers des objectifs de progrès en ayant déjà la notion de fertilité des sols et de différences entre plusieurs types de sols. Leurs écrits ont été régulièrement consultés jusqu'au XV^{e} siècle.

La vie intellectuelle particulièrement intense des XII^{e} et XIII^{e} siècles nous a également donné de nombreux écrits d'agronomes, par exemple :

- R. GROSSETÊTE qui publie des « règles » (vers 1240),
- un auteur anonyme publie la « Seneschaucie » (vers 1275),
- GAUTIER de HENLEY publie vers 1280, « le dit de hosebondrie ».

Ces ouvrages insistent sur l'organisation du travail dans le temps et dans l'espace, sur la conduite des animaux de trait et des attelages, l'organisation des labours, les semences, le fumier…etc.

Plus tard, citons au XVI^{e} siècle Estienne et Liebault à partir de 1570 avec la première édition de la Maison Rustique.

N'oublions pas de signaler le *« Traité des sols divers et de l'agriculture »* publié par Bernard Palissy en 1563 et qui porte en germe toute la science de la fertilisation. Mais il ne fut pas compris à l'époque, période de vie intellectuelle intense avec cependant un intérêt général pour l'agriculture ; la suite n'a pas été aussi dynamique et, en France, l'influence des Médicis a orienté la vie intellectuelle vers les échanges commerciaux et l'activité industrielle.

Des progrès essentiels pour l'agronomie vont cependant apparaître au XVII^{e} siècle : en Allemagne, un pharmacien, J.R. Glauber (1604-1668), découvre l'action fertilisante du salpêtre, c'est-à-dire deux des éléments fertilisants essentiels : l'azote et le potassium. Il est le précurseur de l'idée que les plantes se nourrissent de divers constituants du sol, rejoignant ainsi Bernard Palissy. La pratique empirique des amendements était d'ailleurs très ancienne, avec l'idée d'améliorer la terre : la chaux, les marnes, les algues, en plus des fumiers et de diverses fabrications locales. Mais il restait à théoriser… ce qui a nécessité près de trois siècles.

Quant à l'empirisme agricole, il a été également développé de son côté par des échanges dans toute l'Europe rurale avec une lente diffusion sinon des progrès (la nécessaire idée d'atteindre des objectifs n'était pas clairement ressentie) du moins des innovations permettant une meilleure sécurisation des activités de production, face aux aléas climatiques.

En France, de Henri IV à Louis XV, on observe de la part des milieux dirigeants un certain désintérêt pour l'organisation de l'agriculture. C'est peut-être de l'époque de Louis XIV que date un certain mépris de l'opinion générale vis-à-vis de l'agricul-

ture ; en effet, la noblesse de cour ne craignait rien tant que d'être renvoyée sur ses terres : c'était considéré comme un exil et l'idée de vie à la campagne en a tout naturellement nettement souffert.

Il n'en était pas de même en Europe :

- la Flandre y fut le berceau d'une agriculture perfectionnée mais résultant d'un empirisme fort intelligent (il n'y a aucun écrit de nature agronomique). Les progrès résultaient d'une meilleure organisation des travaux, et des assolements perfectionnés y ont été conçus.

- l'Angleterre développa également des progrès techniques mais avec le concours de réflexions intellectuelles qui sont de véritables travaux d'agronomes, dès la fin du XVII[e] siècle. Il s'agit sans doute là d'un premier exemple dans l'histoire de relations constructives organisées entre des agronomes et des agriculteurs. Ces derniers étaient souvent de grands propriétaires, ce qui rendait les choses plus faciles. Plusieurs progrès en ont résulté : des débuts d'irrigation (même sous climat anglais), un développement des légumineuses, du drainage, la mise au point de semoirs pour le semis en ligne, un développement des amendements et des engrais ; de la poudre d'os est utilisée, devançant ainsi la connaissance du phosphore comme élément fertilisant. L'absence de terrains communaux a également permis le développement de cultures sarclées à destination fourragère : « *les turnips* ». Rappelons que la dominante agricole en Angleterre n'était pas céréalière.

Des échanges intensifs ont été réalisés par des publications largement répandues sous l'autorité d'Arthur Young et un « Conseil d'Agriculture » créé en 1793 sous l'égide du gouvernement. Dans le même temps l'élevage bovin destiné à la viande fut très développé et il a nécessité le développement des ressources fourragères. La sélection animale est restée empirique pour un long temps, ce qui n'a pas empêché de réels progrès : c'est ainsi que la race DURHAM a été créée avec succès.

En France, l'empirisme paysan a continué avec le souci de se garantir des aléas climatiques compromettant la sécurité de la production. La période des disettes n'est pas terminée et le seul palliatif a consisté à mettre au point des amendements plus performants, à mieux organiser les labours et à imaginer des possibilités d'assolements plus efficaces.

Il faut attendre le milieu du XVIII[e] siècle pour voir enfin un développement d'un véritable travail d'agronomes :

En 1750, Duhamel du Monceau publie son *Traité de la culture des terres* qui est le travail réfléchi d'un agronome qui cultive également deux domaines productifs. Un *Traité des arbres fruitiers* suivra en 1768.

En 1758, Patullo publie un *Essai sur l'amélioration des terres* .

L'*Encyclopédie* de Diderot publie en 1751 un premier article intitulé « *Agriculture* ».

C'est peut-être de l'*Encyclopédie* que date cette tendance bien française au dirigisme péremptoire qui veut que ceux qui pensent ont raison et doivent être impérativement suivis… et qu'il en est résulté ce mythe d'une « longue chaîne de progrès » qui relie le monde savant à ceux qui doivent exécuter des directives. On peut penser que c'est là que se trouve l'origine intellectuelle de la technocratie qui n'est sans doute que l'expression d'un goût du pouvoir exagéré… sous le prétexte d'un savoir exclusif.

Quoi qu'il en soit, et par rapport à l'histoire des idées et à l'*Encyclopédie*, il est sans doute utile de rappeler les conflits intellectuels auxquels elle a donné lieu par cet aspect péremptoire. L'Académie des Sciences avait entrepris une « *Description des Arts et Métiers* » dès la fin du XVIIe siècle. Réaumur en prend la responsabilité en 1712 et développera son projet avec de nombreuses planches illustrées qui montrent, à côté du savoir, l'intelligence des « *savoir-faire* » et des « *comment faire* ». Il sera progressivement secondé par Duhamel du Monceau. Cette « *Description* » a donc un but de vulgarisation pratique efficace. L'Encyclopédie de Diderot est intervenue comme un projet concurrent ; disons que les articles de l'*Encyclopédie* sont essentiellement descriptifs : ils décrivent en quelque sorte une anatomie des techniques alors que la « *Description* » de Réaumur consiste en une véritable physiologie des techniques et permet le développement des progrès dans leur mise en œuvre pratique. La « *Description* » n'a pas été à son terme mais l'ensemble publié constitua plus de 10.000 pages en fascicules successifs et s'arrêta à la mort de Duhamel du Monceau en 1782.

En matière de travail agronomique un renouveau d'ordre politique intervient, daté de façon précise en 1748 : François Quesnay devient médecin de Mme de Pompadour. L'agronomie et l'agriculture constituent la nouvelle mode intellectuelle : « la richesse d'une nation provient des activités primaires et surtout de l'agriculture », comme le proclament les physiocrates. Une nouvelle démarche politique s'oriente vers l'organisation de progrès pour l'agriculture :

- En 1761, Henri Léonard Bertin, contrôleur général des finances de Louis XV organise dans toutes les régions la création de *Sociétés d'Agriculture*. Le progrès est ainsi volontairement organisé : un cadre politique, des idées à développer, des praticiens sollicités.

Vergennes, successeur de Bertin, devient titulaire d'un « Ministère du commerce, des transports et de l'agriculture ». Il fait créer en 1785 un « *Comité d'administration de l'agriculture* » qui sera dirigé par Lavoisier. Le rôle de Lavoisier y sera considérable et il conçoit ce qui peut être considéré comme un véritable programme de recherches agronomiques. Et il a bien compris que l'agriculture est une science des localités.

Dès la fin du XVIII^{e} siècle les agronomes avaient reconnu que la fertilité naturelle des sols, même entretenue par les fumiers commençait à diminuer. Les débuts de la chimie ont permis de forger les concepts permettant de poser les problèmes de la fertilité des sols et de son amélioration. Cela dans un contexte de théories dont les plus dominantes étaient fausses, comme la théorie de l'humus. Cela nous montre que, dans les sciences, le front du progrès n'est jamais ni uniforme ni univoque.

Un premier renouveau a été, pendant toute la deuxième moitié du XVIII^{e} siècle, une attention particulière à la production conjointe de céréales et de fourrages avec un

intérêt accru pour ces derniers. H.F. Gilbert a particulièrement développé ces aspects à partir de 1788 avec un traité sur les prairies artificielles. Quelques citations sont particulièrement significatives qui sont la préfiguration du mouvement qui sera lancé en 1945 et dénommé « la Révolution Fourragère » :

- Olivier de Serres :

« *Si vous voyez votre pré ne plus rapporter à suffisance, ne soyez pas si mal avisé de le souffrir avec si petit revenu, mais en lui changeant d'usage, le convertirez en terre labourable, en quoi profitera plus en un an, ainsi renouvelé, que de six en foin… Le fonds étant ainsi renouvelé, au bout de quelques années, si ainsi le désirez, sera remis en prairie* ».

- Duhamel du Monceau (1750)

« Comme je me suis déterminé depuis quelque temps à adopter les prés artificiels cultivés, cela fait que je me trouve avoir beaucoup de vieux prés à labourer que je compte semer en blé… »

- Abbé Rozier (*Cours complet d'Agriculture*, paru en 1786)

«*…Un bon pâturage exige une certaine étendue, et proportionnée à la quantité de bétail qu'il doit nourrir. Le propriétaire intelligent divise son sol en plusieurs parties, fermées par des haies vives ou mortes, sur lesquelles le bétail passe successivement. Il résulte de ces divisions que pendant le temps que l'herbe de l'une est broutée, celle des autres repousse, et que l'animal trouve toujours une pâture nouvelle et abondante… »*

- Au début du XIX^{e} siècle, Mathieu de Dombasle reprenant les propos de ses prédécesseurs, insiste sur l'alternance, sur les mêmes parcelles, des céréales et des productions fourragères :

« On pourrait, sans diminuer le produit en viande, consacrer la moitié des terrains à la production des céréales qui alterneraient avec les récoltes fourragères ; et le fumier que l'on produirait ainsi serait plus que suffisant pour maintenir indéfiniment le sol au même degré de fécondité ».

Les progrès en fertilisation résulteront, pendant plus d'un siècle, de l'approfondissement de la chimie :

- En 1804 Théodore de Saussure publie ses *Recherches chimiques sur la végétation* : il y montre que les nutriments minéraux viennent du sol et suggère l'importance du phosphore. Mais l'analyse de la plante n'est pas à la mode et son travail n'est ni suivi ni poursuivi par d'autres avant plusieurs décennies.

- La chimie du sol devient prépondérante et admise comme d'intérêt essentiel avec la publication en 1840 de *l'Alimentation minérale des plantes* par Justus von Liebig dont les travaux ont été très largement médiatisés.

Il restera à approfondir les phénomènes du cycle de l'azote ; ce sera le travail de J.B. Boussingault et de ses successeurs.

En Angleterre Lawes bien conscient de l'importance du phosphore développe la fabrication commerciale d'engrais par action de l'acide sulfurique sur des os broyés. Son activité conduira à la création du célèbre centre de recherches de Rothamsted.

Le travail d'enseignement corrélatif des recherches sera effectif dès la première moitié du XIX^{e} siècle : le *Cours d'Agriculture* de A. de Gasparin, publié en 1843 est une synthèse remarquable. Des écoles spécialisées sont créées : à Roville par Mathieu de Dombasle, à Grignon en 1826 à l'initiative de propriétaires agricoles,…

Enfin, l'administration supervise la création de « Stations Agronomiques » dans de nombreux départements : leur vocation est la chimie en vue d'améliorer la fertilisation des terres et de lutter contre les fraudes dans les nouveaux engrais. La première d'entre elles a été créée à Nantes en 1851.

Ces stations seront fédérées par une loi de 1921 en un Institut des recherches agronomiques. Rappelons que la France à ces époques est encore importatrice de blé ! Il fallait produire plus.

Ce n'est donc qu'à partir de 1850 que s'organise véritablement une vie intellectuelle des recherches en liaison heureuse avec l'enseignement. La pratique est également mieux encadrée à partir de la création en 1881 d'un véritable ministère de l'agriculture, et la nomination dans chaque département de « Professeurs d'agriculture » dont le rôle sera éminent et positif.

Deux exemples d'empirisme ayant précédé les conceptions scientifiques correspondantes :

- Les unités de mesure, initialement conçues par référence à une expérience proche ; elles sont anthropomorphes : la coudée, le pied, le pouce… etc. L'uniformisation passe par une organisation de la connaissance et nécessitera l'intervention d'une autorité pour que chacun reconnaisse la nouvelle règle, par référence à un étalon.

- Dans le domaine de la conservation des aliments, de nombreuses techniques mises au point empiriquement durant des millénaires et reconnues comme reproductibles sont devenues d'un usage domestique courant. Il en est ainsi des fermentations maîtrisées (avant la découverte des microbes) qui ont permis le vin, certains fromages (avec la coagulation), le yaourt, le vinaigre. De même le sel et le sucre, le confit dans la graisse ou le vinaigre ; le fumé et le sec. Ces techniques efficaces ont ainsi très longuement précédé les connaissances scientifiques qui les expliquent.

Dans de nombreux cas, au cours du XIX^{e} siècle, en même temps qu'elle était « en train de se faire », la science a été sollicitée de façon parfois violente : les maladies des animaux domestiques qui ont permis de nombreux développements positifs des idées de Pasteur et de ses élèves ; le phylloxera qui a détruit en peu d'années la quasi-totalité du vignoble ; le mildiou de la vigne heureusement combattu par la bouillie bordelaise.

Dès la fin de la 2^{e} guerre mondiale le progrès pour la modernisation de l'agriculture a été organisé de manière systématique : il s'agissait de sortir d'une crise. L'administration au niveau des ministères, la recherche agronomique devenue parfaitement centralisée et l'encadrement étroit des agriculteurs ont permis une transformation radicale du monde agricole.

La mécanisation a été l'axe dominant d'une véritable révolution du progrès :

- elle a libéré l'homme et la femme d'une grande partie de la pénibilité du travail,
- elle les a durablement endettés,
- elle a conduit à une très forte diminution du nombre d'agriculteurs et les a soumis à un interventionnisme croissant.

Parallèlement, cette dynamique de progrès a réussi à s'imposer progressivement au monde agricole en lui reprochant son « *esprit de routine* », présenté comme l'illustration de l'obscurantisme borné de la classe paysanne.

Et cependant la routine, c'est précisément l'expression quotidienne de cette vertu prudentielle qui joue le rôle d'une assurance contre les aléas principalement liés aux irrégularités du climat et les imprévus de la vie quotidienne des agriculteurs, c'est-à-dire un équilibre entre des travaux à bien organiser, des projets, la prise en compte des différences entre les lieux et les saisons. Cela a comme corollaire un ensemble de savoirs que le monde scientifique ou technique a toujours refusé de prendre en considération.

D'autre part, l'action paysanne est loin d'être dépourvue de réflexion et, ce qui mérite l'attention, c'est que précisément elle ne fait pas de séparation entre ces deux démarches complémentaires de l'action que sont la conception et la réalisation. Au contraire, le monde scientifique et technique veut imposer la distinction entre ces deux aspects, et s'approprier le monopole de la conception, ce qui est pour l'agriculteur une frustration parfaitement déstabilisante d'où, de la part du monde paysan, une défiance parfaitement justifiée.

Cette défiance a été progressivement apaisée lorsque s'est instituée, dans le monde de la vulgarisation, une collaboration confiante autour du conseil reçu et que ce conseil a pu être personnalisé pour tel agriculteur ou pour telle exploitation agricole.

De plus, les changements considérables de l'agriculture par rapport à la « routine » antérieure sont précisément dus au fait qu'ont été levés les risques contre lesquels, par la routine, le monde paysan s'était prémuni. D'où la mise en place de plusieurs « outils » pour compléter le conseil technique : des assurances, des crédits, des subventions et aussi des compensations aux catastrophes naturelles, assurées par les pouvoirs publics.

Ces changements ont tout de même nécessité, pour être mis en place, l'espace de deux générations ! Et il en est résulté un fait corrélatif, qu'on peut trouver regrettable : l'escalade dans l'interventionnisme.

On peut donc considérer à la lumière des enseignements de la 2e moitié du XXe siècle que deux notions de progrès coexistent : chez les agronomes et chez les agriculteurs. Les premiers doivent anticiper sur les besoins de « la chose publique » et réfléchir aux questions de l'organisation d'un ensemble complexe et varié. Les seconds doivent s'adapter de manière continue et cependant résister à une pression trop constante de changements qui leur sont proposés ou imposés par la technocratie : il en est ainsi de l'envahissement des normes de toutes sortes.

Un point très positif des dernières décennies du XX^{e} siècle a été l'installation progressive des intermédiaires indispensables entre les recherches et les agriculteurs : c'est le domaine des Instituts techniques et du développement de l'activité de conseil agricole.

Dans le même temps l'enseignement agricole s'est considérablement et utilement développé : les progrès de l'agriculture doivent désormais nécessiter la participation active des agriculteurs qui ont aussi le droit de préserver leur diversité. Il est souhaitable qu'ils soient associés à la mise au point des perspectives que les pouvoirs publics pourraient s'imaginer : un choix des objectifs pourrait être partagé qui leur laisserait une grande initiative dans le choix des moyens à utiliser.

Par ailleurs on peut formuler quelques critiques sur l'organisation des activités scientifiques des agronomes :

La centralisation et la mise en place de recherches contractualisées sur programmes n'ont-elles pas été trop poussées ? Elle ont sans doute entraîné une orientation des chercheurs vers les idées liées à une pensée unique mais pourvoyeuse de crédits plus faciles. Il en est résulté également une diminution de l'esprit d'initiative et une diminution de l'esprit de curiosité.

L'esprit critique a possiblement diminué et les idées dominantes ne sont plus compatibles avec une nécessaire lucidité. Les opinions dominantes sont perçues comme obligatoires et l'absence d'une logique de la réfutation a entraîné une quasi disparition de la notion de controverse scientifique…

En conclusion, il est important de prendre le temps de répondre à une question fondamentale : dans quel esprit peut-on penser à orienter les progrès dans l'avenir ?

Examinons plusieurs grands domaines de progrès qui doivent accompagner les changements de l'agriculture, le modèle actuel n'étant plus assuré d'une « durabilité » suffisante et les enjeux de nourrir 9 milliards d'hommes à l'horizon 2050 étant évidemment une priorité.

Limitons-nous à une énumération qui n'est pas exhaustive et qui concerne aussi les pays du Sud :

- Les surfaces agricoles sont limitées face à une urbanisation trop désordonnée dans son occupation de terrains à potentiel agricole.
- Comment réduire les pertes ? Il y a 10 à 20 % de pertes après récolte.
- Comment réduire les gaspillages alimentaires ? Ils constituent des pertes de 25 à 30 %.
- Comment innover pour une prise en charge spécifique à chaque pays des questions sociétales ?
- Comment va évoluer l'alimentation selon les différents pays ?
- Comment gérer le contraste entre la « meilleure vie » selon ceux qui élaborent les techniques du futur et ce que souhaite le commun des mortels ?
- Quant aux progrès techniques, ils sont sans doute plus aisés à orienter pour leur aspect scientifique proprement dit : mieux organiser l'économie de l'eau qui devient une ressource rare ; construire des innovations dans la génétique appliquée à l'amé-

lioration des plantes et des animaux ; construire des systèmes de cultures innovants et organisant mieux l'utilisation des intrants (engrais et pesticides) ; comment mieux connaître les pathologies végétales et animales avec une diversité de solutions adaptables à la diversité du réel ?

D'autres enjeux sont également de taille : la valorisation des sous-produits, le remplacement de l'énergie du pétrole, les besoins en produits non alimentaires.

Les perspectives d'avenir sont donc tout à fait passionnantes et le fait nouveau est qu'elles peuvent peut-être, pour la première fois dans l'histoire, être organisées selon des réflexions prospectives.

Éléments de bibliographie

- *Mémoires de l'Académie d'Angers*

- *Comptes rendus des séances de l'Académie d'Agriculture de France*

BOULAINE J., *Histoire des pédologues et de la pédologie,* Paris, 1989, 285 p.

BOULAINE J. (1996), *Histoire de l'Agronomie en France*, Paris, 1996, 286 p.

DUPONT DE DINECHIN B. (1989), *Duhamel du Monceau*, Paris, 1989, 442 p.

SALETTE J., *Propos éclectiques d'un agronome* (en cours de publication)

EXIGENCES SPIRITUELLES DE PROGRÈS ET RURALITÉ

par

Jacques DE LATROLLIÈRE *de l'Académie d'Angers*

Notre culture est marquée, depuis longtemps, par une recherche constante qui a son origine dans notre conception de l'homme. L'humanisme, comme l'humanisme chrétien, considère l'homme dans sa totalité, corps et esprit. Chaque homme a donc la responsabilité de développer harmonieusement en lui l'un et l'autre. Mais la société a la responsabilité de réunir les conditions qui permettent ce développement et de combattre les obstacles qui le limitent, le retardent, voire l'interdisent. Une civilisation est toujours marquée par le progrès de l'esprit de sa culture dont elle témoigne à travers le temps, par les réalisations matérielles comme par les recherches intellectuelles. Paul Valéry écrivait, au fronton d'un monument moderne : « il dépend de toi qui passes, que je sois tombe ou trésor, que je parle ou que je me taise ; cela dépend de toi. Ami, n'entre pas sans désir ». Voilà un des nombreux exemples de ce que l'esprit, qui a dirigé, au cours des âges et à notre époque, des constructeurs, a permis et permet aux hommes cette part de rêve qui, à son tour, véhicule l'imagination créatrice. La juste fierté d'un artisan de cathédrale se retrouve, non moins, chez l'ouvrier qui participe à un grand chantier moderne ; l'un comme l'autre sont les acteurs d'un progrès humain qui va bien plus haut que son utilité matérielle.

Ces progrès de l'esprit ont rencontré, à travers le temps, des obstacles et la vigilance doit toujours être en éveil pour les surmonter. Les progrès de l'esprit, d'une culture qui recherche le plein épanouissement de l'être humain, ne peuvent s'accomplir que dans la liberté de penser et d'agir. Or, si la liberté de chacun est d'abord intérieure, avec l'idéal de vie qui guide nos actions, l'environnement social peut faciliter ou non son exercice. Nos Académies, depuis leur fondation, ont connu des périodes où l'homme subissait une dépendance, politique, idéologique ou économique. Mais les témoignages qu'elles ont offert et offrent, de leurs actions, prouvent que les progrès de l'esprit ont toujours été au centre de leurs travaux. Leur composition a souvent évolué, en ce qui concerne l'appartenance de leurs membres, car elles ont réuni un nombre croissant de membres exerçant des fonctions et des responsabilités très diverses dans la vie économique, ce qui a participé à enrichir les échanges et à les diversifier. Notons, de même, que nos Académies, longtemps exclusivement masculines, se sont heureusement ouvertes à nos consœurs. Elles apportent à nos recherches et à nos débats, tout à la fois leur sensibilité féminine et leur expérience dans les nombreuses responsabilités qu'elles tiennent.

Les obstacles à la liberté des esprits, donc à leur progrès, ont rencontré heureusement des résistances et nos Académies ont apporté, à travers le temps, leur participation active à celles-ci. Il ne s'agit pas ici de nous donner quelque satisfecit, mais bien plutôt de trouver dans les actions passées la base de nouveaux devoirs. Il est certain que l'esprit même de nos compagnies a été marqué, dans toute leur histoire, par la recherche de leurs membres dans des domaines très variés. Or nous savons que la recherche entraîne l'humilité et la tolérance dans l'échange avec les autres. Cette disposition d'esprit nous permet de travailler avec sérénité entre des académiciens dont les choix idéologiques, comme les parcours, sont divers, cette diversité étant enrichissante, dès lors que l'objectif est partagé : rechercher ce qui peut élever la condition humaine, les hommes et la société dans laquelle ils vivent.

Nos Académies, du fait même des responsabilités de leurs membres, ont eu à partager des questions de société, dont je cite quelques exemples, leur situation géographique leur ayant fait partager plus intimement l'un ou l'autre problème.

Une donnée générale est que la naissance puis la vie des Académies, vont de pair avec le mouvement continu qui a porté les hommes à passer du statut de sujet passif à celui de citoyen responsable. Je n'ai pas à retracer ici la longue histoire de nos institutions politiques depuis le XVIII^{e} siècle. Je rappelle seulement qu'une lente évolution a fait évoluer de la situation de « sujet » à celle de « citoyen », avec cependant une longue distinction entre des « citoyens actifs » et des « citoyens passifs », les premiers étant considérés comme les seuls capables de participer activement aux décisions politiques.

Les Académies ont partagé les hésitations et les repentirs qui réservaient les choix politiques à ceux qui « avaient les lumières » puis aux « notables » de mouvance conservatrice ou plus libérale. Mais une évolution s'est produite, notamment par une plus grande proximité entre les élites sociales et la masse de la population, devenue la masse des électeurs. Je propose ici un exemple intéressant, car il s'agit d'un président d'honneur de l'Académie d'Angers. Alfred de Falloux était d'une vieille famille légitimiste, en ligne paternelle comme en ligne maternelle. La Révolution avait beaucoup réduit la fortune, au reste moyenne, de ses parents, mais ils avaient en Anjou une maison de famille ; leurs deux fils, le futur ministre et le futur cardinal, connaissaient bien les jeunes du village, qui deviendront les partenaires d'Alfred de Falloux lorsqu'il entreprendra de grandes réalisations agricoles. Lorsqu'un héritage lui apporta une très confortable fortune, Alfred de Falloux put réaliser à la fois un destin politique et des réalisations exemplaires de propriétaire terrien. Dans les deux cas, sa réflexion personnelle, ses échanges avec ses confrères et ses amis, ses contacts avec les cultivateurs de sa tenue et de sa province, l'ont amené à des constats, déterminant une ligne de conduite. L'évolution du temps, en effet, allait amener la masse des Français à avoir une part de choix et donc de responsabilité dans les affaires politiques. Lorsque, sous la Monarchie de Juillet, il s'était présenté à la députation dans son arrondissement, le choix n'appartenait qu'à 200 électeurs. Quelques années plus tard, avec la révolution de 1848, les élections étaient devenues départementales et au suffrage universel, le choix était remis à 150 000 électeurs. La suite des événements allait prouver à Falloux qui fut témoin, après la seconde République, du Second Empire et des débuts de la Troisième République, que les choix du suffrage universel cédaient souvent à des im-

pulsions plus qu'à une réflexion approfondie. Par exemple, à l'extrême automne de son âge, il verrait, en quelques mois, ses compatriotes donner leurs suffrages au Second Empire, puis l'abandonner. De tous ces événements il tirait une leçon : les élites intellectuelles, les notables, ne devaient pas vivre dans un cercle fermé et l'isolement confortable de leur milieu de vie et de pensée. Ils devaient au contraire se tenir au contact des réalités de la société, pour participer activement à un progrès réel, intégrant les données spirituelles et matérielles qui fondent l'équilibre social. Pour cela, il était nécessaire que ces élites soient à la fois fidèles à un idéal élevé de pensée et d'action et soucieuses d'un contact avec les autres pour faire partager leur idéal. Cet idéal, s'agissant des Académies, était divers selon leurs membres, mais une évolution avait, au XVIII[e] siècle, réuni les croyants et les incroyants : celle que la liberté était la condition première de l'épanouissement des hommes. Il est certain que les académiciens, du fait de leur formation et de leurs attaches, pouvaient, mieux que d'autres, participer à cette évolution et porter un regard critique sur des usages, des règlements, des interdits qui nuisaient au progrès. Mais il n'est pas moins certain qu'un principe de liberté, hautement proclamé, peut ensuite aboutir à des réalisations qui en déforment l'esprit et causent de graves désordres. L'esprit n'est en progrès que s'il est *vigilant.*

Nous en avons, dans la vie politique et économique, bien des exemples. La grande Révolution s'est accomplie, au départ, en érigeant en absolu la liberté de penser et d'exprimer sa pensée. Or, elle a évolué vers une pensée unique, le rejet des doctrines qui n'étaient pas celles du pouvoir, la prison ou la mort pour ceux et celles qui leur étaient fidèles. Souvent ensuite, le mot « liberté » a été utilisé avec d'autant plus de force qu'on le vidait de son contenu. Les régimes démocratiques eux-mêmes n'échappent pas à la tentation de la pensée unique, les autres régimes l'imposant autoritairement et nous avons connu ce que coûtait cette atteinte à la liberté de l'esprit dans les années de l'Occupation.

Les statuts des Académies excluent fréquemment les échanges en séance sur des questions politiques et religieuses. Tel est le cas de ceux d'Angers, ce que peut expliquer son ancienneté. Louis XIV tenait à ce que les Académies se consacrent uniquement aux travaux littéraires, artistiques et scientifiques. Il y avait là une contradiction, qui pesait sur le rôle d'une Académie dans le progrès de l'esprit et les deux siècles suivants la marqueront. En effet, les Académies comprenaient des élites intellectuelles qui étaient naturellement concernées par les conséquences que les recherches de leur époque avaient sur la société, la vie des hommes et le sens même de leur destin. Ces recherches avaient nécessairement des conséquences sur les choix politiques, au sens large de ces mots, car elles conduisaient à une évolution de la société dans bien des domaines. Les Académies n'échappaient pas à la crise de conscience du XVIII[e] siècle, dont on a dit que les Français, qui pensaient comme Bossuet, se mettent à penser comme Voltaire. Il s'agit là de tout autre chose que de l'abandon de certains interdits, du rejet de règles désuètes, car ce qui est en question n'est autre que la raison, opposée à la foi par de nombreux intellectuels. Toute une armature spirituelle, qui était celle d'une tradition ancienne, est désormais discutée, de même que, sur un autre plan qu'il ne faut pas disjoindre à mon avis, les bases structurelles de la société le sont également. Les Français vont passer d'une société d'ordres à une société d'individus, théoriquement libres de leurs choix. Cette volonté de liberté s'affirmera dans bien des domaines :

liberté politique, liberté de penser et de faire part de ses choix. Les oppositions ou les restrictions imposées à cette volonté par les pouvoirs, aux XVIII[e] et XIX[e] siècles, ne l'empêcheront pas de s'affirmer, je pense au contraire qu'elles ont provoqué une réaction citoyenne, c'est-à-dire le sentiment élevé qu'il n'y a pas de liberté sans responsabilité. Les choix furent différents, donnèrent lieu à des luttes internes, mais ils témoignent de la recherche d'un idéal. L'effervescence des esprits s'accompagne, il est vrai, d'une âpreté au gain des plus matérialiste de la part des classes aisées. Si pourtant nous étudions le mouvement des idées qui précède la révolution de 1848, la recherche et l'expression d'un idéal se discernent chez beaucoup d'hommes et de femmes, très divers dans leurs choix. Mais il reste que l'on trouve, en 1830 et 1848, un mouvement des idées qui témoigne de préoccupations généreuses et élevées qui ont marqué ensuite longuement notre histoire.

Les progrès de l'esprit humain ont rencontré, aux XVIII[e] et XIX[e] siècles, un sérieux obstacle, qui, je pense, n'était pas dû à quelque égoïsme des chercheurs, mais à un manque d'esprit critique. La foi dans le progrès a une tendance grandissante à être érigée en dogme, la liberté de chacun est considérée comme la voie la plus sûre, la seule possible, pour assurer à l'humanité un mieux être durable, et, sur le plan économique, cet optimisme conduit au libéralisme.

Il n'est pas besoin de rappeler longuement que la situation économique n'était pas bonne lorsque les théories nouvelles du libéralisme économique paraissaient. De nombreux désordres révoltaient l'opinion éclairée car ils nuisaient aux échanges intérieurs et extérieurs, produisaient des crises de subsistance, enserraient la production dans des règles devenues désuètes et des institutions qui n'évoluaient pas à la mesure du progrès. Les catégories les moins aisées de la population étaient les premières victimes de cette situation, qui d'autre part nous plaçait en infériorité par rapport à la Grande-Bretagne qui amorçait une Révolution industrielle. Mais il ne fallait pas supprimer des structures désuètes sans prévoir un accompagnement social du changement économique, du moins si l'on avait le souci que le progrès ne bénéficie pas uniquement à des catégories déjà aisées de la population. Ce souci n'était pas celui de beaucoup de possédants. Il ne faut pas généraliser, car certains comprennent que le nouvel ordre économique, pour créer une société harmonieuse, doit aider prioritairement les plus faibles, qui sont la masse de ses travailleurs. Mais d'autres comprendront dans un sens étroit la consigne d'un ministre, « Enrichissez vous ! » et leur méfiance grandira contre ce que la « bonne société » appellera « les classes dangereuses ». Dès lors, on limitera leur influence politique, notamment par le suffrage censitaire, et leur influence économique et sociale par la longue interdiction des syndicats. La marche de la révolution industrielle, avec ses résultats très positifs, s'accompagnera au XIX[e] siècle d'un déséquilibre social qui nuira à l'unité française.

Les exemples de ce déséquilibre sont malheureusement nombreux. Bergson écrira plus tard qu'un supplément de technique exige un supplément d'âme. Il aurait été peu écouté s'il s'était exprimé au temps de la première Révolution industrielle, car l'urbanisation qu'elle produit n'a pas de plan directeur ; les nouveaux quartiers se créent de façon anarchique, pour loger, dans des conditions déplorables, la main-d'œuvre attirée par l'embauche des fabriques. Une partie de cette main-d'œuvre continue à loger dans

la périphérie des villes, accomplissant de longs trajets pour gagner les lieux de travail. Cette situation rend d'autant plus positives les réalisations de certains patrons sociaux, que l'on qualifie de « paternalistes » sans apprécier que leur rôle fut très positif, à une époque où l'État n'avait pas de politique d'urbanisme social. Je n'ai pas une vue idyllique du Paris d'avant Haussmann, où beaucoup de quartiers étaient insalubres, de même que ceux de nombreuses villes en croissance. Je n'oppose pas, non plus, une urbanisation peu accueillante à une ruralité qui aurait été riante, car la pauvreté, souvent la misère, étaient le lot de très nombreuses familles rurales. Elles furent la cause d'un exode qui était aussi une rupture avec un environnement familier et une solidarité de base qui mettra du temps à se retrouver en ville ; ce sont les luttes de la classe ouvrière pour améliorer son sort qui créeront une nouvelle solidarité.

Les enquêtes sociales menées au XIX^{e} siècle, les actions concrètes menées par des hommes de la classe de Frédéric Ozanam, n'eurent pas seulement pour but l'amélioration des conditions de vie des classes populaires. Un certain nombre d'hommes ont, à l'époque, une préoccupation qui n'a pas cessé, à travers le temps, de garder son actualité : une nation est grande à la mesure de l'esprit qui l'anime. Les techniques, leurs progrès indispensables, sont des instruments au service de cet esprit, elles doivent permettre l'accomplissement de la personne humaine, de la famille, et non créer des générations de déracinés.

Les Académies, du fait même de leur ancienneté, ont vécu tous les changements opérés par l'histoire moderne dans la vie de la société. Elles ont fait partie, font toujours partie, des acteurs de ces changements et s'interrogent, de ce fait, sur le progrès apporté à la vie de l'esprit par les transformations politiques, économiques et sociale. Chaque Académie a été créée dans un contexte et un environnement spécifiques, mais elles ont toutes eu en commun des objectifs :

- la recherche de la culture, sous ses formes très diverses

- le désir que la culture élève l'esprit humain

- l'homme étant un être social, la recherche d'un progrès de la société, pour que sa structure, son développement, permettent le développement harmonieux de l'être humain qui est corps et esprit.

La recherche académique a donc toujours dû être vigilante et critique car, à travers le temps, le progrès et l'histoire ont souvent suscité des problèmes qui ont retardé ou limité l'épanouissement de l'être humain. L'homme est un être responsable, encore faut-il qu'il ait la liberté d'exercer ses responsabilités dans la cellule familiale, le métier, la société politique. Encore faut-il aussi qu'il bénéficie des conditions matérielles de base. Même dans les sociétés avancées comme la nôtre, ce ne fut pas toujours le cas. Nos Académies ont eu là un rôle très positif, du fait même de leur composition. Constatons qu'elles ont réuni un nombre croissant de membres exerçant des responsabilités très diverses dans la vie sociale et économique, et apportant de ce fait une ouverture d'esprit et un éclairage sur la culture, au sens le plus étendu du mot. Nos consœurs, lorsqu'elles ont, trop tardivement, été admises, ont apporté à nos travaux leur expérience et leur sensibilité.

L'esprit est en progrès s'il contribue à construire l'avenir de chacun, et de la société dans laquelle nous vivons, à chaque génération. Il a donc fallu, et c'est leur honneur, que nos Compagnies dépassent fréquemment l'horizon limité que fixaient leurs statuts. Ce fut le cas de l'Académie d'Angers. Fondée par Louis XIV elle a porté la marque de la Monarchie absolue. Le roi venait de supprimer la remarquable Académie protestante de Saumur, et veillait à ce que la nouvelle Académie d'Angers ne soit pas un lieu de contestation du pouvoir, ou de ce qu'il appelait « des désordres ». De ce fait, toute prise de position personnelle, politique ou confessionnelle, était interdite à la tribune de l'Académie. Il y avait là un paradoxe. Les membres avaient en charge les recherches scientifiques, littéraires et artistiques, qui bien entendu avaient des implications religieuses, philosophiques et politiques au sens large du mot ; mais ils n'avaient pas à émettre sur ces points une opinion critique. Cette restriction aurait réduit l'Académie, et la réduirait encore à une fonction de musée intellectuel, intelligent mais totalement absent de la vie. Heureusement, il n'est pas interdit aux académiciens de pratiquer les subtilités d'interprétation nécessaires .

La vie de l'esprit fut foisonnante, notamment en France, pendant les deux derniers siècles, et les Académies eurent leur part des choix, des hésitations, parfois des contradictions qu'implique tout changement. Dans tous les domaines de la connaissance, s'est produite une évolution qui, graduellement, a provoqué une crise de conscience. L'homme va passer d'un statut de sujet à un statut de citoyen. La société ne sera plus une société d'ordres, mais une sociétés d'individus liés entre eux par la libre acceptation de règles communes. La liberté, pour chaque individu, est proclamée comme une voie royale du progrès. Cette révolution dans les structures sociales, et dans les esprits, s'est traduite graduellement dans la pratique. Les Académies, participant au mouvement des esprits, en ont connu les conséquences heureuses, mais aussi ce qu'il eut de déstabilisant. Leurs membres ont souvent recherché les correctifs nécessaires, pour que la nouvelle société soit mieux équilibrée. Dans plusieurs domaines, nous en trouvons l'exemple.

Dans le domaine politique, le statut de citoyen, libre de son choix, n'a pas été rapidement acquis. La femme n'a été électrice qu'au milieu du XX^{e} siècle, ce qui ne signifie pas que son rôle politique ait été peu important auparavant. L'homme a été longtemps un « citoyen passif »s'il ne disposait pas de ressources considérées comme suffisantes. En fait, les élites intellectuelles et le bastion conservateur, considéraient que seuls avaient voix au chapitre ceux qui possédaient « les lumières ». Si l'on se réfère à l'analphabétisme important, ces derniers sont peu nombreux, mais les progrès de l'esprit ne dépendent pas de la lecture, bien qu'elle les facilite. Sans abuser des chiffres, deux sont éclairants : Alfred de Falloux, futur académicien, devra conquérir les voix de moins de 400 électeurs arrondissementiers lorsqu'il se présentera aux élections de 1842. Six ans plus tard, le suffrage universel confiera le choix départemental, à 150 000 électeurs. Il en tira une leçon, et ses amis comme lui : l'aspiration démocratique était un fait de société, et les élites sociales devaient cesser de vivre dans des cercles clos, si elles voulaient accomplir leur devoir, c'est-à-dire participer à l'éducation de l'ensemble. Cela était d'autant plus nécessaire que les élites, comme la masse des citoyens, devaient résister aux mots d'ordre simplificateurs, qu'ils viennent du pouvoir en place, de la rue ou de groupes de pression. La tentation de la « pensée

unique » n'a pas été l'exclusivité des régimes autoritaires, il suffit de rappeler combien, dès la Révolution, le beau mot de liberté à été dévoyé. Les régimes successifs ont continué ensuite à le proclamer, tout en prenant des mesures de police pour limiter son exercice. Paul Eluard, s'il avait vécu alors, aurait pu écrire son poème à la Liberté, mais nous avons connu plus tard combien ces vers n'avaient rien perdu de leur actualité.

Si nous regardons maintenant le domaine de l'économie, a-t-elle contribué à un progrès des esprits ? Je le pense, et les Académies n'y ont pas été étrangères. Ce progrès a été d'autant plus remarquable qu'il n' a pas été accompli sans de longs efforts, ni sans luttes.

Le XVIII[e] siècle avait pour les dogmes de la méfiance, sinon un rejet. Mais il a vu naître et prospérer un principe, élevé au rang d'un dogme, indiscuté par la majorité des décideurs : le libéralisme économique. Elaboré à une époque où les progrès techniques allaient transformer les productions et les échanges, transformer également l'espace français, ce principe allait provoquer à la fois des désordres et des avancées . Le déséquilibre social qu'il a créé n'a pas été favorable à un progrès spirituel, mais il a conduit à une réflexion et à des actions qui furent positives.

Des hommes soucieux de progrès s'élevaient, à juste titre, contre l'état de notre économie. La dette de l'État dépassait, en intérêts, le produit des impôts, nos échanges intérieurs et extérieurs, notre production, étaient enserrés dans trop de règles désuètes ; en définitive, la situation était particulièrement difficile pour les classes les moins aisées de la population, celles qui ne bénéficiaient d'aucun privilège. La marche des affaires nous mettait en infériorité par rapport à la Grande-Bretagne, qui amorçait sa révolution industrielle. Dans une France très largement rurale, des crises de subsistance se produisaient pourtant, nous étions à la merci d'une mauvaise récolte et l'on sait que cela fut une des causes de la Révolution. Mais il était dangereux de supprimer des structures désuètes sans avoir deux préoccupations :

- d'une part, le changement, par exemple dans le secteur des structures agricoles, est-il accompagné de mesures permettant effectivement un progrès de la production ?

- d'autre part, la suppression du système désuet des corporations donne-t-il lieu à de nouvelles dispositions garantissant les intérêts des travailleurs et de leurs familles ?

La réflexion a été très insuffisante sur ces deux points, elle aurait pu conduire à admettre une vérité d'évidence : la liberté n'a de sens pour l'individu que si elle lui permet de s'exprimer. Ce ne fut pas le cas, et la révolution industrielle, si valable en soi, a eu des effets pervers pour une partie, la moins aisée, de la population, ainsi que pour l'unité nationale. Ce fut là une erreur des dynasties bourgeoises conquérantes, qui avaient à la fois le pouvoir économique et le pouvoir politique. Ce fut aussi une déviation spirituelle, qui n'était pas la première, de la pensée économique, lorsqu'elle cesse de considérer l'argent comme un moyen de servir plus largement que l'intérêt personnel de chacun ou d'un groupe.

Nous verrons plus loin ce que furent les effets des progrès dans le secteur rural. Le secteur urbain et industriel, quant à lui, connut un déséquilibre social certain. Il ne

s'agit pas ici d'opposer une urbanisation sans âme à une ruralité présentée comme riante. L'urbanisation a fait souvent disparaître des maisons et des rues insalubres, et le monde rural vivait fréquemment au dessous du seuil de pauvreté. Mais il y a peu de rapports entre la richesse accumulée au XIX^{e} siècle et l'état d'une partie de la population, celle que l'on appellera « les classes dangereuses » . Au-delà des données matérielles, la situation créée un malaise des âmes, une perte des repères qui donnent à l'éducation et à la vie un sens. L'urbanisation, l'industrialisation, procurent du travail, mais il n'existe pas de garantie en cas de chômage ou d'impossibilité de travailler du fait de la maladie ou de la vieillesse. Les conditions de travail seront longtemps à la seule initiative des employeurs, par exemple les lois limitant le travail des enfants seront souvent appliquées avec parcimonie. Le libéralisme, interdisant ce que l'on appelle « les coalitions » au nom de la liberté de choix individuelle, limitera en fait la liberté du monde du travail, et le caractère du syndicalisme en France, tardivement autorise, en sera marqué. Ces faits n'occultent pas, cependant, la réflexion et l'action de responsables, appartenant ou non à des milieux favorisés qui, à partir de leur connaissance des faits, ont cherché des remèdes. Plusieurs enquêtes déterminantes ont abouti sur le plan législatif, et les idées sociales ont pénètre dans des milieux conservateurs qui en étaient éloignes, fréquemment par ignorance des situations. Je cite ici un exemple, peu connu : l'angevin Alfred de Falloux, élu député en 1848, fut rapporteur d'une loi qui supprima les ateliers nationaux. Sa position était contestable, mais représentative de l'opinion de la majorité de l'Assemblée. On sait que cette suppression fut à l'origine des sanglantes journées de Juin. Mais on note rarement que Falloux avait, auparavant, réclamé avec vigueur des crédits, dispensés par le gouvernement. Ces crédits étaient destinés à l'ouverture de grands travaux à Paris, pour fournir du travail et réaliser l'urbanisme que mènera plus tard Haussmann ; ils avaient aussi pour but de permettre ou soutenir, des coopératives ouvrières de production, proches du socialisme. Falloux, qui par sa famille appartenait à un milieu conservateur, avait compris que l'intérêt supérieur du pays était de soutenir les espérances de cette révolution, parce que l'on savait ce qui l'avait amenée.

L'Anjou avait des industries, traditionnelles ou nouvelles, mais restait encore rural pour 70% de sa population au milieu du XIX^{e} siècle. Cet état se prolongera longtemps, et il est donc normal que des responsables aient consacré une part importante de leur recherche et de leurs actions à l'amélioration de l'agriculture et de son environnement. Ce qui me paraît le plus remarquable est que ces travaux n'ont pas été limités à de petits cercles de spécialistes, mais ont eu comme objectif une vulgarisation des techniques, et un échange des idées entre les hommes. Ainsi, une longue tradition de recherche a pu aboutir, à la fin du XIX^{e} siècle et au XX^{e}, à une prise de responsabilité plus étendue de la part des exploitants agricoles, à la formation de nouvelles élites et à une évolution des structures de la profession.

Il existait, dès le XVIII^{e} siècle, quelques propriétaires soucieux d'améliorer leur tenue agricole, souvent importante, par exemple en défrichant des landes comme le fit le Marquis de Turbilly, fondateur à Angers d'un bureau d'agriculture. À sa mort, l'Académie d'Angers prit le relais, mais on sait que la Révolution supprima les Académies. En revanche, elle opéra, avec la vente des biens nationaux, un transfert de propriété, toutefois relatif selon les régions du département. Certains des nouveaux propriétaires

ont cherché un meilleur rendement des terres achetées, mais l'incertitude liée aux événements intérieurs, la guerre de Vendée par exemple, et aux guerres de l'Empire, a nui aux améliorations. Plus tard, nous trouvons, autour de l'Académie et des élites rurales, de nombreuses recherches et réalisations pratiques, notamment dans les domaines de la viticulture, de l'arboriculture et de l'élevage. Elles sont généralement dues à des propriétaires de tenues importantes, lorsqu'il s'agit de culture et d'élevage, mais il n'est pas évident que ces réalisations aient eu un réel impact sur leur environnement. Cependant sont créés de nombreux comices agricoles, qui sont très suivis ce qui est la preuve d'une curiosité des exploitants pour s'informer et comparer. Nous situant au milieu du XIX^{e} siècle, nous pouvons dégager, par rapport à notre sujet, plusieurs données qui prouvent une évolution des esprits très positive à court et à long terme.

Le monde agricole était isolé, particulièrement dans les régions d'Anjou où la polyculture était la forme la plus courante et où il fallait franchir des échaliers pour aller au bourg, les contacts avec la ville étant très rares. Cependant, deux transformations rompaient, ou allaient diminuer, cet isolement. D'une part, pour permettre un meilleur déplacement des troupes, à la suite de l'équipée de la duchesse de Berry, le gouvernement réalisait des routes dans les secteurs qui avaient longtemps chouanné. D'autre part, le chemin de fer allait jouer, à partir de 1850, un rôle déterminant. Un autre facteur d'isolement était l'analphabétisme, encore très fréquent, les statistiques militaires en font état. Un autre obstacle au progrès était l'individualisme, qui n'était pas un refus d'entraide mais le peu d'habitude d'aborder ensemble des nouveautés pour lesquelles on avait, par ailleurs, une méfiance certaine. Tenons compte aussi de ce que les interdictions du syndicalisme « urbain » concernaient également le milieu rural. Enfin, si le Second Empire faisait des efforts en faveur de l'agriculture, elle n'avait pas, malgré son poids économique et humain, son propre ministère (elle ne l'aura que sous la troisième République et il sera quelque peu un lot de consolation lors de la formation des gouvernements).

À l'origine des progrès dans le milieu agricole et rural, nous trouvons des hommes, dont plusieurs académiciens angevins, qui eurent à la fois une dimension politique et des préoccupations sociales liées à leurs convictions religieuses. Il y a, sur ces deux plans, un lien entre ceux qui agirent dans les années 1850, et ceux des années 1900. Les premiers, un Falloux pour me limiter aux Angevins, étaient royalistes, fidèles à la branche aînée, mais désireux avant tout que la France ait un régime stable assurant la continuité. Dans la même démarche intellectuelle et morale, ils avaient conscience de ce que l'exercice de la démocratie exigeait, de la part des élites sociales, une connaissance des problèmes de la masse des citoyens, et une participation active à la formation des hommes, et à l'amélioration de leurs conditions de vie. Ce n'est pas un hasard si nous les trouvons dans la fondation, à Angers, de la Conférence de St Vincent de Paul. Ils avaient, par leur tradition familiale et leurs convictions religieuses, le sentiment d'un devoir social, d'un devoir à assumer, d'un exemple à donner. Tel est le sens réel de la réalisation de la ferme modèle réalisée par Falloux dans le Segréen. Les comptes devaient en être positifs, non par nécessité personnelle, mais parce que la réalisation devait servir d'exemple, prouvant que l'ensemble des travaux sur les sols, les cultures, l'habitat, l'élevage, étaient rentables. Cela était nécessaire, et fut réalisé, à la fois pour vaincre la méfiance des agriculteurs et des propriétaires et pour faire pénétrer des idées

sur l'avenir de l'agriculture, auprès du pouvoir central, ce qui n'était pas évident s'agissant d'un membre de l'opposition.

Vingt années plus tard, après la défaite de 1870, des propriétaires terriens angevins vont mener des actions dans le même esprit. Royalistes de sensibilité différente, légitimistes ou orléanistes, ils ont espéré une restauration monarchique . Mais, devant l'échec des tentatives, ils ont décidé de ne pas pratiquer une émigration de l'intérieur, et au contraire de mener l'action sociale qui était nécessaire sur tous les plans. Certes, ils accueillaient, avec réticence le plus souvent, en tous cas sans chaleur, l'invitation papale à se rallier aux institutions de la jeune Troisième République. Mais, un an plus tôt, Léon XIII avait publié sa grande encyclique sociale, « *Reum no arum* », et cette dernière était préparée, depuis plusieurs années, avec des concours auxquels ils participaient. Par exemple, Olivier de Rougé était un disciple de la Tour du Pin qui mettait en œuvre la consigne morale de son père : « Souviens toi que tu n'es que l'administrateur de tes terres pour leurs habitants. »

. Autre exemple : Louis de la Bouillerie dans le Baugeois, Godefroy de Villebois dans le Segréen, répondent à l'appel d'Albert de Mun qui fonde, au plan national, les cercles catholiques d'ouvriers. Ils deviennent, notamment, des animateurs d'une branche agricole et, lorsque la loi autorise la création de syndicats, nous retrouvons ces trois noms, et ceux de leurs amis, lors de la création de la première organisation agricole angevine. Leur action se poursuivra du reste au plan national.

Les progrès de l'esprit passent souvent par des démarches qui, en apparence, sont les plus évidentes : celles, ici, de faire se rencontrer les hommes, de les amener à réfléchir ensemble à leur état, pour élaborer ensemble des solutions. Les données matérielles de ces solutions ont un aboutissement plus profond, car elles vont, graduellement, sortir le monde rural d'un long silence, et le préparer aux changements de l'époque et de l'avenir. Il ne fait pas de doute que, sans cela, tout une part de la population serait restée étrangère au progrès, ce qui aurait eu des conséquences, entre autres, sur l'exode rural, car le service militaire mettait les jeunes hommes en contact avec un univers urbain plus moderne (quoique, derrière les envolées rituelles sur « la belle époque », la réalité soit bien plus terne). Les ruraux que le chômage attire en ville ne découvrent souvent que des banlieues tristes et un habitat de fortune. Le plan Haussmann a détruit de nombreux bâtiments qui ne méritaient pas un autre sort, mais on a repoussé aux frontières de la capitale des logements hâtifs qui attendraient longtemps d'être réhabilités.

Je note que ce premier syndicat d'Anjou ne fut pas une organisation centralisée, mais une fédération d'initiatives, diverses selon les régions d'Anjou, précisément parce que les mentalités y étaient différentes. Pour que les esprits évoluent, il fallait que leur diversité ne soit pas un obstacle, mais un facteur de dynamisme. Le syndicat fédéra ses adhérents à partir de plusieurs objectifs qui, graduellement, furent adoptés. La volonté, globalement, était de faire admettre par les gouvernants successifs que l'agriculture méritait mieux que les propos de fin de banquet, pour obtenir de « bons votes ». Mais il fallait que la profession elle-même prenne des moyens, à sa mesure, pour améliorer son état. Plusieurs d'entre eux sont à souligner ,en particulier dans quatre directions complémentaires : le crédit, la mutualité, la commercialisation, et la formation.

L'Anjou n'était pas une région de grande culture, même en ce qui concerne les céréales et l'élevage. Les surfaces des exploitations étaient souvent moyennes, et d'autre part plus de la moitié d'entre elles étaient sous le régime du fermage. Certains propriétaires possédaient, dans cette limite de surface moyenne, plusieurs fermes, parfois nombreuses,. D'autres n'avaient que des surfaces plus modestes, et l'autre moitié du sol agricole était exploitée directement par leurs propriétaires. Les problèmes de trésorerie étaient donc, fréquemment, un frein à l'amélioration des terres et des bâtiments. Or, le crédit agricole ne prit son essor qu'après la guerre de 1914 ; mais le syndicat d'Anjou avait, antérieurement, créé sa caisse de crédit. De même, il créa, dans le cadre mutualiste, des assurances couvrant la mortalité du bétail, en particulier des chevaux qui furent longtemps chargés des façons culturales. D'autre part, sur le plan de la production et des échanges, le syndicat créa des structures pour que les agriculteurs achètent à meilleur prix les produits et le matériel de culture ou puissent mieux discuter le prix des produits laitiers par un système coopératif. Les problèmes de la formation technique étaient aussi au premier plan des préoccupations des fondateurs du syndicat. Ils étaient mêlés, du fait de leurs responsabilités locales ou départementales, et du fait de leur idéal religieux, à toutes les luttes autour du problème de l'École. Mais ils constataient aussi un manque d'enseignement agricole, alliant des données pratiques à une culture générale. C'est pourquoi, en I898, le Président du Syndicat d'Anjou, la Bouillerie, créa, avec le père Vétillard, S.J, l'École Supérieure d'Agriculture. Cette dernière formait des ingénieurs, mais créa ensuite un centre d'enseignement rural par correspondance, dont le rôle fut efficace auprès de nombreux jeunes cultivateurs désireux de compléter leur formation primaire, à la fois sur le plan technique et sur celui de la culture générale.

Les progrès de cette fin du XIX^{e} siècle doivent beaucoup, dans le secteur rural, à des notables, fidèles à ce qu'ils considéraient, à juste titre, comme leur devoir religieux et social. Mais il faut souligner leur souci de ne pas réserver à un petit cercle leurs échanges intellectuels et leur action, mais au contraire d'aider la prise de responsabilité par une élite nouvelle, issue du milieu rural. Cet état d'esprit a fortement aidé à permettre, en Anjou, une transition sans heurts, entre ces notables traditionnels et de nouvelles élites, pour bien assumer les nouveaux problèmes de notre temps. Aux uns comme aux autres, il fallut de la ténacité dans l'action, autant qu'une ouverture des esprits. Rappelons en effet que la guerre de 1914 avait creusé de lourdes pertes dans beaucoup de villages et que la nouvelle génération qui, avec ses anciens, accédait aux responsabilités, allait connaître la crise agricole qui fut la conséquence de la crise économique. À nouveau, vingt années plus tard à peine, la guerre va éclater avec toutes ses conséquences. Vingt ans, ce fut à peine le temps de créer une famille et d'élever ceux et celles qui prendraient la suite. Au lendemain de la guerre, la reconstruction exigera des aptitudes pour produire plus et mieux. Il est heureux que les efforts de structure accomplis, avant la guerre, dans la profession et ses organisations, aient pu prouver à nouveau leur efficacité. Une des originalités angevines est la continuité d'un travail commun, dans ces organisations, réalisé par des hommes et des femmes de sensibilités diverses. Certains étaient proches de la démocratie chrétienne, d'autres d'une droite libérale, d'autres encore de la jeune tradition gaulliste. Mais les unissait la volonté que le monde rural ne subisse pas le progrès, mais en soit un des acteurs.

Rien n'est jamais acquis que pour un temps. Le village et ses exploitations ne sont plus ce qu'ils étaient il y a un demi-siècle. Le regretter serait regretter l'électricité tard venue dans nos écarts, et la diminution des travaux pénibles. Il faut seulement, aujourd'hui comme hier, avoir assez de discernement pour apprécier à quelles conditions le nouvel espace rural est porteur d'un meilleur équilibre économique, social et humain, ces dimensions étant évidemment à rechercher, de même, pour l'espace urbain. Dans les deux cas, si l'on veut éviter un désordre économique au détriment des plus faibles, organiser est nécessaire. Mais l'organisation doit avoir une âme ; il s'agit d'écouter avant de proposer, à plus forte raison d'imposer, car l'histoire nous prouve que des hommes ont pu construire ensemble parce qu'ils respectaient leurs différences.

LA RADIO A ÉTÉ DÉCOUVERTE 100 ANS PLUS TÔT, MAIS...

par

Marius COUSIN, de l'Académie de Villefranche et du Beaujolais

« Une chose ne peut surgir que si elle est reliée, conditionnée et conditionnante »

Trin Xuan Thuan

Lors d'une découverte dans le domaine scientifique, on a souvent l'impression qu'elle a surgi par hasard ou encore qu'elle est apparue alors que l'expérimentateur travaillait sur un autre sujet.

En fait une étude minutieuse montre que la découverte est l'aboutissement d'un long processus d'allers-retours entre la théorie et l'expérience, ce que l'on a encore appelé le tâtonnement expérimental qui en fait constitue l'esprit de progrès.

Prenons en exemple la découverte de la radio et plus précisément celle du cohéreur de Branly encore appelé radioconducteur et qui est en fait le premier détecteur des ondes radioélectriques. Cette découverte capitale va permettre en quelques années l'essor de la TSF puis donner naissance au monde des télécommunications.

En ce mois de novembre 1890, Edouard Branly travaille sur la conductivité de substances diverses soumises à des rayonnements ultraviolets comme l'avaient déjà étudié Hallwachs, Righi ou Soletov. Il a déjà d'ailleurs présenté ses travaux dans une note à l'Académie des Sciences le 8 Avril 1890. Branly s'est rendu compte que la résistance des matériaux déposés sur une mince plaque de verre variait sous l'influence d'un arc voltaïque tiré d'une machine de Wimshurst ou d'une bobine de Ruhmkorff. Depuis des mois Branly a multiplié de façon systématique les substances et les mesures et il a consigné les résultats dans ses carnets : fines limailles de fer, d'aluminium, d'antimoine, de zinc, de bismuth, poudres isolantes d'oxydes, sulfures métalliques, sélénium recuit. Pour ce faire, il a réalisé un montage série composé d'un galvanomètre, d'une pile et bien entendu de la substance à analyser.

Ce matin du 20 novembre 1890 dans son laboratoire de fortune à l'Institut catholique, il reproduit la même expérience avec de la limaille de fer enfermée dans un petit tube en verre de la taille d'un crayon dont chaque extrémité est munie d'un petit disque en cuivre servant d'électrode.

Il a remarqué que son dispositif était particulièrement sensible : la résistance de la limaille est normalement très élevée mais elle devient proche de zéro lorsqu'une étincelle se produit à proximité.

Il a alors l'idée de placer un écran entre la source lumineuse que produit l'étincelle et la limaille de fer. Il constate que la brusque variation de résistance a toujours lieu. Le carton ne laisse passer ni la lumière visible, ni l'infrarouge, ni l'ultraviolet. E. Branly le sait et il comprend que l'étincelle produit un autre phénomène.

L'expérimentateur né qu'il est tapote alors sur la table et s'aperçoit que la limaille reprend son état antérieur. Il recommence l'expérience. Aucun doute : à chaque étincelle la limaille devient conductrice et l'aiguille du galvanomètre dévie. A chaque tapotement sur la limaille la résistance de cette dernière augmente et l'aiguille revient à zéro. Le dispositif permet donc de transporter de l'information sans utiliser de fil.

Branly appelle Gendron son préparateur et lui fait transporter la machine de Wimshurst dans l'amphithéâtre de physique. Plus de 20 mètres séparent alors le tube de limaille et le galvanomètre de la source d'étincelles.

E. Branly penché à la fenêtre fait signe à Gendron d'actionner l'éclateur puis revient rapidement à sa table et fixe d'un regard anxieux l'appareil de mesure : l'aiguille a dévié ... un petit choc sur le tube et l'aiguille revient au zéro.

La TSF est née.

E. Branly sait, bien entendu, que les ondes électromagnétiques existent car il est au courant des travaux de l'allemand Hertz mais personne jusqu'alors n'avait réussi des liaisons à distance faute de détecteur suffisamment sensible. Dans les jours qui suivent il améliore la liaison en ajoutant un fil à la fenêtre en guise d'antenne. La transmission atteint désormais 80 mètres entre son laboratoire et le jardin des Carmes où il a installé son récepteur.

Il est à noter qu'à cette époque on ne connaît rien de l'électron et qu'il faudra attendre 1960 pour comprendre réellement ce qui se passe à l'intérieur du radioconducteur. Le fonctionnement fait appel en effet à la théorie des quanta qui n'est pas encore née en 1890.

Cela n'empêchera pas l'essor de la TSF grâce à des expérimentateurs de génie comme Ducretet, le Général Ferrié pour la France et surtout l'italien Marconi qui réalisera dès 1899 la première liaison radio par-dessus la Manche. Le message de Marconi est d'ailleurs adressé à E. Branly : « M. Marconi envoie à M. Branly ses respectueux compliments pour la télégraphie sans fil à travers la Manche -STOP- Ce beau résultat étant dû en partie aux remarquables travaux de M. Branly -STOP ».

Mais revenons un peu en arrière.

En 1861, le génial Écossais Maxwell prévoit l'existence des ondes électromagnétiques. Les expériences de Fresnel sur la lumière et les travaux d'Ampère, fondateur de l'électrodynamique, persuadèrent Maxwell que l'on se trouvait face à un même phénomène.

« Nous ne pouvons guère éviter d'inférer que la lumière n'est autre que les ondulations transverses du même milieu qui est la cause des phénomènes électriques et mécaniques » écrivait-il cette même année.

Le savant écossais élabore en 1868 une synthèse remarquable regroupant l'électricité, le magnétisme et l'optique. Ces équations de Maxwell prévoyaient l'existence d'ondes optiques mais aussi électromagnétiques, encore fallait-il les mettre en évidence.

C'est à ce moment qu'intervient Hertz, élève formé par Helmholtz qui lui propose d'étudier l'action électrodynamique des courants dans les isolants. Hertz qui connaît les théories de Maxwell s'est sans doute demandé s'il serait possible de produire des ondes électromagnétiques. Dans le cas d'ondes sonores, il suffirait de disposer d'un diapason mais la fréquence des ondes électromagnétiques est beaucoup plus élevée. Un circuit électrique capable d'émettre de telles ondes doit osciller des centaines de millions de fois par seconde.

Hertz décide alors de construire un diapason électrique. Son dispositif est formé d'un fil de cuivre de 5 mm de diamètre et 1,50 m de long terminé à chaque extrémité par une sphère métallique de 30 cm de diamètre et coupé en son milieu par deux petites boules en laiton de 3 cm de diamètre séparées entre elles par un écart faible et réglable. Cette tige est connectée à une bobine de Ruhmkorff dont les décharges produisent des courants qui oscillent rapidement d'une extrémité à l'autre du circuit. Des étincelles éclatent entre les boules.

Ce diapason constitue le circuit primaire de Hertz, encore appelé excitateur ou émetteur puisque c'est lui qui produit des ondes.

Hertz construit également un circuit secondaire formé d'un fil de cuivre circulaire coupé par deux petites boules métalliques formant un éclateur. La distance entre les deux boules est réglable. Il note que de minuscules étincelles apparaissent dans ce circuit secondaire lorsque des étincelles sont produites dans le diapason électrique. Pour mieux les visualiser il doit placer son résonateur dans l'obscurité.

En Décembre 1887 il parvient à produire des ondes stationnaires présentant de multiples nœuds dans des fils conducteurs rectilignes : « en me limitant à 4 ou 5 nœuds, je peux les faire apparaître avec autant de netteté que ceux d'une corde vibrante » écrit-il. Le 27 décembre il parle d'ondes aériennes et constate le 29 qu'elles sont réfléchies par des écrans métalliques.

Le Jeudi 15 mars 1888 Hertz, pour la première fois, dessine une onde électromagnétique stationnaire. On peut y voir les nœuds et les ventres du champ magnétique et du champ électrique. Il est le premier à produire, à détecter et à comprendre l'existence des ondes électromagnétiques qui seront appelées également par la suite ondes hertziennes. Non seulement il calcule la fréquence des ondes mais évalue à 320 000 km/s leur vitesse de propagation, valeur très proche de celle de la lumière. Les expériences de Hertz ne tardent pas à être rééditées avec succès partout en Europe. Le savant français Poincaré apporte sa contribution dans les calculs de Hertz.

Maxwell avait raison ! Ce qu'il avait entièrement trouvé par le calcul se révélait juste ! Il avait suffi de 20 ans pour que Hertz en apporte la preuve tangible.

Mais encore une fois remontons un peu le temps.

Louis Figuier dans l'édition de 1877 *Les merveilles de la science* relate une bien étrange expérience des époux Galvani.

Nous sommes en 1780 et le savant italien effectue depuis quelque temps des travaux sur les grenouilles. Voici l'anecdote telle que L. Figuier la rapporte.

Un soir de l'année 1780, Galvani se trouvait dans son laboratoire, occupé avec quelques élèves à répéter ses expériences sur l'irritabilité nerveuse des animaux à sang froid et en particulier les grenouilles. Pour procéder à ces expériences, on avait fait subir à la grenouille une préparation anatomique qui consistait :

1°) à dépouiller rapidement de sa peau l'animal vivant,

2°) à séparer d'un coup de ciseau les membres inférieurs de la partie supérieure du corps en conservant seulement les deux nerfs de la cuisse (les nerfs cruraux qui sont très développés chez ce batracien)».

Ces nerfs étant respectés servaient à maintenir appendus par ce seul lien les membres inférieurs de l'animal.

Dans le même laboratoire où Galvani se livrait en ce moment à ses recherches sur l'irritabilité nerveuse des grenouilles, un autre observateur de ses amis était occupé à faire de son côté quelques expériences de physique au moyen d'une machine électrique ordinaire.

Cette coïncidence assez singulière fut le véritable hasard dont on a tant parlé à ce propos.

« Ayant fait subir à sa grenouille la préparation anatomique que nous venons de décrire, Galvani la posa sans intention particulière sur la tablette de bois qui servait de support à la machine électrique puis il sortit du laboratoire pour se rendre dans une autre partie de la maison.

Or il arriva que l'un des aides de Galvani, sans doute pour achever la dissection et la séparation des nerfs cruraux de la grenouille, vint à toucher ces nerfs de la pointe se son scalpel. Tout aussitôt, les membres inférieurs de l'animal entrèrent en contraction comme s'ils étaient pris d'une convulsion tétanique.

On comprend aisément la surprise qu'occasionna ce phénomène insolite aux personnes qui se trouvaient en ce moment dans le laboratoire. Parmi elles était la femme du professeur, Lucia Galvani, compagne constante et dévouée qui exerça une grande influence sur la destinée et les travaux du célèbre anatomiste.

Pendant que l'on s'empressait à reproduire, en se plaçant dans les mêmes conditions, le curieux phénomène qui avait si fort étonné les assistants, Lucia Galvani crut reconnaître que les contractions de la grenouille n'étaient jamais excitées qu'au moment précis où l'on tirait une étincelle de la machine électrique voisine. En effet, l'expérience, répétée avec cette circonstance particulière, réussissait toujours.

Quand on tirait une étincelle de la machine et qu'en même temps une autre personne touchait de la pointe du scalpel, les nerfs cruraux de la grenouille, placée pourtant à une certaine distance de l'appareil électrique, les contractions lombaires ne manquaient jamais de se manifester. Elles n'apparaissaient pas au contraire quand on laissait en repos la machine. Emerveillée par ce fait, Lucia Galvani courut aussitôt en faire part à son mari retenu à ce moment hors du laboratoire. Ce dernier s'empressa de vérifier le phénomène annoncé et il ne put qu'en constater la réalité. »

Galvani note : « J'approchai donc moi-même la pointe de mon scalpel tantôt de l'un, tantôt de l'autre des nerfs cruraux, tandis que l'une des personnes présentes tirait des étincelles de la machine. Le phénomène se produisit exactement de la même manière : au moment où l'étincelle jaillissait, des contractions violentes se manifestaient dans chacun des muscles de la jambe comme si ma grenouille préparée avait été prise de tétanos. »

L. Figuier conclut alors ainsi : « Le phénomène qui avait si fort émerveillé Galvani et ses amis bien qu'il n'eût jamais été observé jusque-là, était assez simple en lui même. C'était un résultat de ce que l'on désigne en physique sous le nom de choc électrique en retour. .. »

Cette expression employée encore à l'époque de L. Figuier désignait la commotion électrique que pouvaient ressentir les hommes ou les animaux qui se trouvaient à une distance assez éloignée d'un lieu où la foudre avait éclaté.

On se rend compte maintenant avec le recul des années que les époux Galvani étaient passés tout près d'une découverte majeure : celle tout simplement de l'existence des ondes électromagnétiques... Ils avaient en main tous les éléments : l'émetteur à étincelles, le même à peu de chose près que celui qui sera employé par Branly, et le récepteur composé d'une partie métallique -le scalpel- et d'une partie organique-la grenouille- servant d'électrolyte.

Beaucoup plus tard, en 1903, le général Ferrié inventera le détecteur électrolytique qui ressemble dans son principe au détecteur à grenouille et qui équipera de nombreux récepteurs radio jusqu'à la fin de la première guerre mondiale.

Franck Duroquier dans son ouvrage *La TSF des amateurs* paru en 1925 décrit un récepteur de TSF simplifié faisant appel également à une rainette suppliciée qui lui permet de capter les signaux radio de l'Observatoire de Paris.

Pourquoi les époux Galvani n'ont-ils pas poussé plus avant leurs recherches ? Certainement parce qu'il était inconcevable en 1780 que l'on puisse imaginer une telle découverte !

Des ondes radio se déplaçant à la vitesse de la lumière en se jouant des obstacles et permettant de transporter de l'information ? La radio aurait-elle pu naître 100 ans plus tôt ? D'ailleurs on ne trouve aucune explication dans leurs notes et le terme de choc en retour est employé par Figuier qui écrit avant la découverte de Hertz.

Il est probable que d'autres expérimentateurs dans les salons de physique du XVIII siècle avaient constaté le même phénomène sans toutefois le noter comme les époux Galvani !

Il manquait des années de recherche, des milliers d'expériences, les travaux de Fresnel sur la lumière, de Faraday, d'Oersted et d'Ampère sur l'électricité pour ne nommer que ceux-là, les équations du génial écossais Maxwell dont Ludwig Boltzmann dira, paraphrasant le Faust de Goethe : « Fut-ce un Dieu qui écrivit ces signes ? » et des expérimentateurs de génie comme Hertz et Branly.

Encore de nos jours des phénomènes incompréhensibles se déroulent sans doute sous nos yeux aveugles et attendent les génies qui les comprendront et les expliqueront. Reste à déterminer l'événement déclencheur permettant de franchir la ou les marches qui feront avancer la connaissance de façon décisive.

Bibliographie

Poincaré Henri, *La théorie de Maxwell*, 1907
Terrat-Branly Jeanne *Mon père Edouard Branly*, 1941
Boudenot Jean-Claude *Comment Branly a découvert la radio*, 2005
Figuier Louis, *Les merveilles de la science*, 7ème édition, 1877
Duroquier Franck *La TSF des amateurs*, 1925

L'ESPRIT EN PROGRÈS PEUT-IL TENIR À UN CHEVEU ?

par

Michel PAUTY, Académie de Dijon

Récemment, deux très belles expositions se déroulèrent à Paris autour d'un thème déclinant les diverses propriétés du cheveu. La première (Palais de la découverte 14 octobre 2011-28 août 2012)) avait pour titre *« Le cheveu de mèche avec la science »* et pour reprendre tout simplement ce court texte de présentation, nous dirons avec les organisateurs que cette exposition avait été le *« fruit de rencontres entre les scientifiques de l'Oréal, passionnés par leurs recherches et les muséographes d'Universcience, ravis de s'attaquer à un sujet si riche : entre les sciences exactes et les sciences humaines, entre un sujet d'études scientifiques et une préoccupation quotidienne pour chacun d'entre nous, entre des pays, des cultures et des époques qui attachent des valeurs symboliques différentes au cheveu »* . Dans une sorte de continuité, le Musée du quai Branly a montré entre le 18 septembre 2012 et le 14 juillet 2013 une exposition sur le thème *« Cheveux chéris »* avec cette présentation *« Au croisement de l'anthropologie, de l'histoire de l'art ancien et contemporain, de la mode et des mœurs, l'exposition met en œuvre les problématiques de l'intime individuel et sa sociabilité sur le thème universel des cheveux ».* Ces deux expositions étaient pour moi extraordinaires car je voyais là exposées au grand jour ces propriétés des cheveux et poils qui m'avaient fasciné lorsque j'en avais découvert certaines au cours de mon existence et j'ai trouvé que le thème de la Conférence Nationale des Académies pour 2013: *« L'esprit en progrès »* cadrait avec quelques-unes de mes propres réflexions que je délivrerai sous ce titre : *« L'esprit en progrès peut-il tenir à un cheveu ».* mais pour justifier mes dires, je serai obligé de mélanger l'aspect historique avec quelques avancées scientifiques parmi les plus récentes.

Le cheveu et l'électrostatique

Nous avons tous, en classes primaires, reproduit les expériences s'inspirant de celles des Grecs plusieurs centaines d'années avant notre ère et notamment celles de Thalès de Millet frottant un morceau d'ambre ; cette résine fossile des pins antiques (*Pinus succinifer* et *Pitioxylon succinifer*) vivement frottée attirait les brins de poussières, de papier ; pour nous, à l'école n'ayant pas d'ambre, réservé dans les familles aux colliers des jeunes enfants… nous frottions la règle en ébonite (à base de caoutchouc), galatithe (à base de lait) ou équivalent sur nos pulls de laine pour attirer sur la table de petits morceaux de papier et sans le savoir, nous faisions de l'électrosta-

tique et des expériences qui portaient le nom scientifique de triboélectricité. Au sujet des colliers d'ambre dont la mode semble avoir franchi les siècles, récemment devant la progression des ventes de ces colliers soulageant peut-être les douleurs dentaires des jeunes enfants, la Société française de pédiatrie (SFP), publiait début octobre 2012 les résultats d'une étude menée aux urgences pédiatriques des hôpitaux de Toulouse et Montauban, elle tirait la sonnette d'alarme car les vertus thérapeutiques de l'ambre ne sont pas prouvées d'une part et d'autre part, les accidents liés à ces colliers, par strangulation ou ingestion, sont assez nombreux.

Avançant en âge, nous apprenions les premiers rudiments d'électrostatique et il y avait dans tous les cabinets de curiosités d'une part ou les cabinets de physique des collèges et lycées des morceaux de peau de chat sauvage pour reproduire avec l'ambre ou l'ébonite expériences de Thalès de Millet. L'énergie produite par friction libérait ainsi des charges électriques qui s'accumulaient à la surface et étaient ainsi échangées entre les corps isolants. L'importance de la charge et son maintien dans le temps dépendent de la taille, de la forme, des propriétés électriques des corps, mais aussi de l'humidité relative de l'atmosphère. Une personne en contact avec une moquette synthétique pourra être portée à un potentiel de 15 000 volts dans une atmosphère d'humidité relative de 5% et de 5 000 volts si l'humidité est de 70% et nous rappellerons tout à l'heure l'importance du cheveu pour mesurer ce taux d'humidité. Expérimentalement, on montre qu'un bâton de verre frotté sur une peau de chat est chargé positivement, et la peau négativement ; mais frotté par une peau de lapin, le verre est chargé négativement et la peau positivement. Vous voyez que ce n'est pas simple et les scientifiques ont été amenés à définir ce que l'on appelle la série triboélectrique qui est, dans des conditions d'expériences précises, la suivante en partant des charges les plus positives vers les charges de plus en plus négatives :

Mains sèches, fourrure de lapin, verre, cheveux, nylon, laine, fourrure de chat, plomb, soie, aluminium, papier, coton, acier, acier inox, bois, ambre, résine, soufre, caoutchouc dur, ébonite, nickel, cuivre, laiton, argent, or, platine, polyester, polystyrène, polyuréthane, polyéthylène, polypropylène, polychlorure de vinyle, silicone, téflon.

Sur cette liste, on voit que le verre est entre la peau de lapin et la peau de chat donc que l'électrisation du verre sera différente lorsqu'il est frotté par la peau de lapin ou la peau de chat ; quant à nos cheveux, leurs propriétés feront qu'un peigne en verre frotté dans les cheveux sera chargé positivement, alors qu'un peigne en matière plastique aura de grandes chances d'être chargé négativement. Les cheveux sont attirés par un peigne, une brosse ou un pull, parce que leur charge en électricité statique est opposée à celle de ces objets et plus les cheveux sont fins, plus ils sont légers et sont aspirés facilement par les objets environnants. Plus l'air est sec, moins il est conducteur d'électricité et plus les objets peuvent se charger. En hiver l'air est beaucoup plus sec qu'en été et absorbant moins d'humidité ambiante, la kératine des cheveux se dessèche et devient plus électrique ; la kératine, du grec keras = corne est une protéine imperméable à l'eau, riche en soufre, elle constitue l'essentiel de la fibre capillaire, des poils, ongles, cornes, sabots, plumes ou laines). De plus, le manque d'humidité dans les intérieurs chauffés par un chauffage artificiel, amplifie le phénomène, par contre sous les climats à forte hygrométrie, le désagrément des cheveux électriques n'existe pas.

Et pour terminer ces notions d'électrostatique, vous connaissez tous ces expériences qui vous font dresser les cheveux sur la tête, il n'est pas nécessaire d'aller au Palais de la Découverte (Photo 1) pour la voir réalisée mais simplement chez vous si l'air est sec et si votre sol est en moquette synthétique vos cheveux peuvent se dresser sur votre tête et vous pouvez faire jaillir par décharges électrostatiques des étincelles simplement en enlevant un habit. Mais revenons à l'expérience du Palais de la Découverte. L'électrisation du corps humain est possible car celui-ci est composé d'environ 73 % d'eau et est relativement bon conducteur de l'électricité. Il est nécessaire d'isoler le corps du sol sur un support en plastique pour éviter toute fuite des charges à la terre. Si le potentiel auquel le corps est porté atteint 100 000 volts (négatif par rapport au sol), les charges vont se répartir dans tout le corps de la personne, de même signe, elles vont donc se repousser et on observe que les cheveux se repoussent les uns des autres, la répartition des cheveux sur la tête se fera de telle sorte que chaque cheveu sera le plus éloigné possible de son voisin. Remarquons que cette expérience n'est pas dangereuse car le nombre d'électrons mis en jeu est très faible pour porter le corps à 100 000 volts, il suffit de le doter de dix mille milliards d'électrons, chiffre dérisoire par rapport au nombre total d'électrons qui se trouvent dans le corps humain.

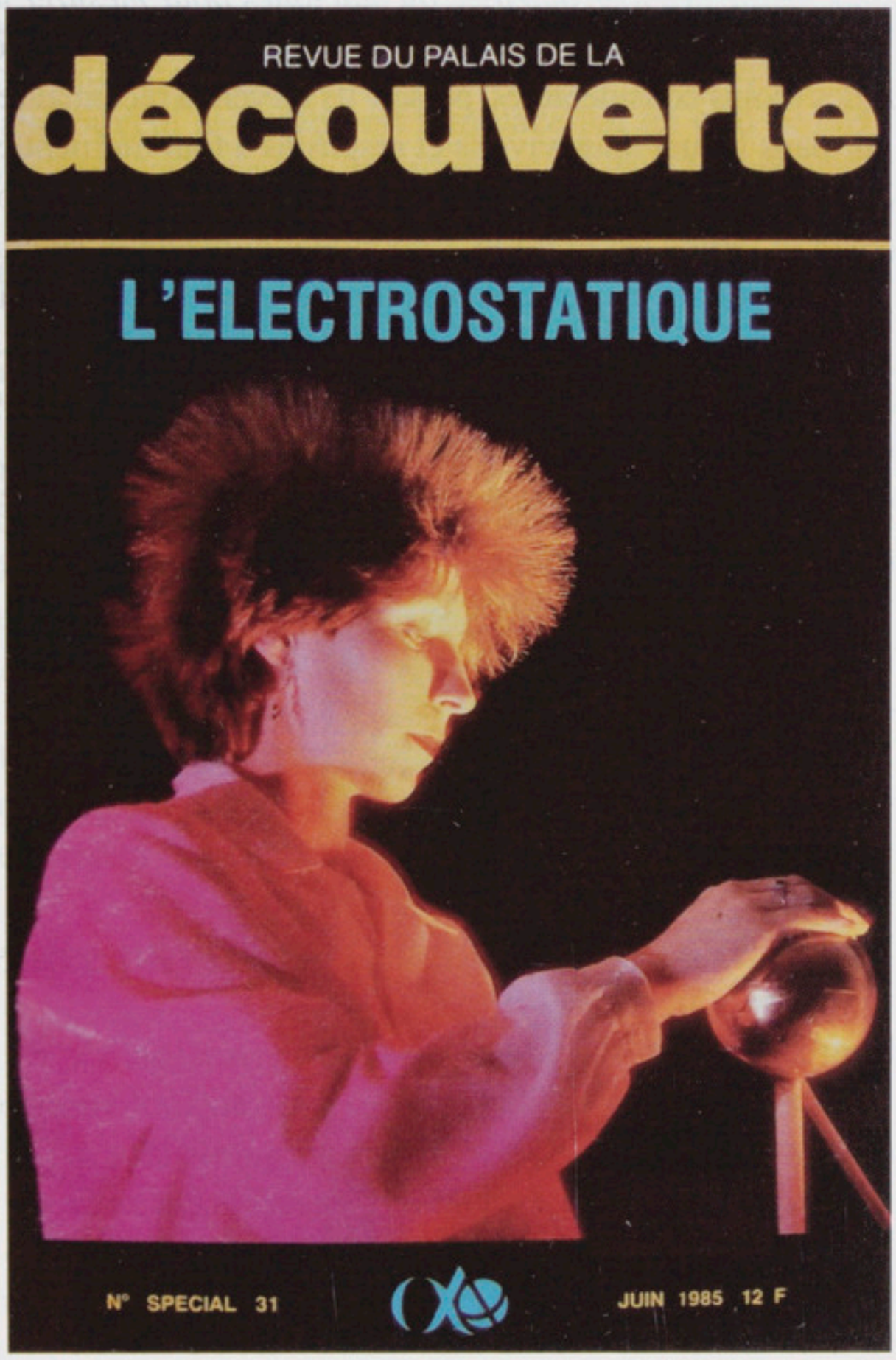


Fig.1 Expérience d'électrostatique au Palais de la Découverte

Au cours de l'opération de peignage et de brossage, les cheveux se chargent en électricité statique et parfois il est très difficile de se peigner ; pour diminuer ces effets de triboélectricité il est possible d'appliquer sur les cheveux des produits spécifiques ; il existe même des machines à peigner qui relient la force nécessaire au peignage à la charge électrostatique des cheveux.

Le cheveu moyen d'étude du degré d'humidité

Nous avons indiqué précédemment l'importance du taux d'humidité de l'air. Nous pouvons rappeler la personnalité d'un dijonnais (1) Simon Foucher (1644-1696), prêtre et admis au chapitre de la Sainte–Chapelle de Dijon ; il partit ensuite à Paris étudier la théologie fréquenta les savants comme Jacques Rohaut et Leibnitz mais s'opposa à Malebranche ; une certaine tradition rapporte que Foucher incita Leibnitz à se présenter à l'Académie des sciences en 1687. Simon Foucher publia en 1672, une première brochure *« Nouvelle façon d'Hygromètres »* par Monsieur S*F* qu'il adressa à Messieurs de l'Académie Royale des Sciences et en plusieurs endroits de l'Europe. Il échangea à ce sujet avec Mariotte lui aussi vraisemblablement bourguignon. En1686 il perfectionna sa copie et publia à Paris un *« Traité des hygromètres, ou machines pour mesurer la sécheresse et l'humidité de l'air »*. Foucher indique que parmi les découvertes de son siècle, les hygromètres ne sont pas des moins considérables, puisqu'ils servent à reconnaître les principales dispositions de l'air dans lequel nous vivons et respirons à tout moment et il décrit l'hygromètre de Boyle : balance chargée de deux contrepoids, l'un est en plomb, l'autre est une éponge ; lorsque le temps est humide, l'éponge s'humecte et se charge de petites gouttes qui voltigent dans l'air et devient plus lourde que le plomb. Mais ce dispositif original disparut des cabinets de physique lorsque Horace Bénédict de Saussure (1740-1799) naturaliste et physicien de Genève (il fit l'ascension du Mont-Blanc avec le guide Jaques Balmat en 1787) imagina l'hygromètre à cheveu (Fig. 2) présenté dans son *Essai sur l'Hygrométrie. 1^er^ essai. Description d'un nouvel Hygromètre*, paru en 1783.

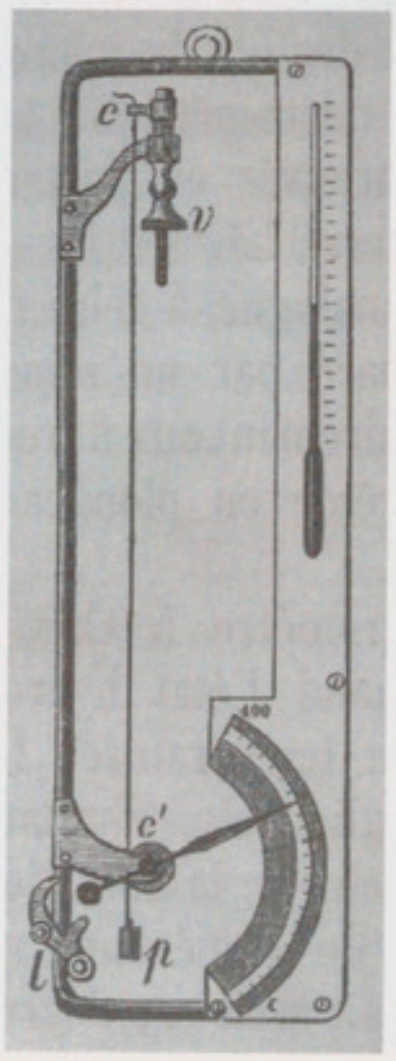


Fig. 2 hygromètre à cheveu.

Cet appareil appartient à la catégorie des hygromètres à absorption. Un cheveu, tendu verticalement sous l'action d'un poids, s'allonge par absorption de l'eau atmosphérique, et se raccourcit lorsque l'air devient sec ; les longues molécules de kératine, sont maintenues repliées par des ponts de cystine liant deux chaînes parallèles, la cistine est un acide aminé résultant de la réunion de deux molécules de cystéine (acide aminé soufré). L'eau hydrolyse les ponts, rompt ceux-ci et permet aux cheveux de s'allonger mais évidemment de Saussure ne savait pas ce mécanisme. Le cheveu s'enroule sur une poulie et fait tourner celle-ci quand sa longueur varie; la rotation de la poulie entraîne celle d'une aiguille dont l'extrémité se déplace sur un cadran gradué. On marque 0 dans l'air sec, 100 dans l'air saturé et on divise l'intervalle en 100 parties égales. Il existe des tables de correspondance entre ces degrés et le degré hygrométrique. Le cheveu doit avoir été préalablement dégraissé. D'après les résultats de Saussure et transposés dans le système métrique, un cheveu tendu par un poids de 3 dg s'allonge de zéro (air desséché) à cent (air saturé) de 1/46 de sa longueur (qui est de 20 cm). Les cheveux blonds paraissent être ceux dont l'allongement est le plus régulier. J'avais appris qu'en général les cheveux de chinoises étaient les préférés, aujourd'hui, les mesures montrent que pour casser un cheveu d'origine asiatique il faut appliquer une force de100g et qu'il s'allonge en moyenne de 55% sous cette traction alors que pour rompre un cheveu caucasien il faut 80g et une élongation de 50%, 60 g suffisent pour un cheveu africain qui ne peut s'allonger que de 40%. Cet appareil sera encore utilisé de nos jours mais souvent le cheveu est remplacé par un crin de cheval et cet hygromètre est le plus simple quant à son fonctionnement dans les appareils domestiques, il sera cependant à un moment remplacé par l'hygromètre à condensation d'Allard qui va mesurer l'état hygrométrique de l'air atmosphérique, à partir de la détermination de la température à laquelle la pression actuelle de la vapeur d'eau va devenir saturante. On refroidit une paroi au contact de l'air qui contient de la vapeur d'eau ; lorsque la température de la paroi atteint la température de rosée, la paroi se couvre de buée. Un thermomètre mesure alors la température et on trouve à l'aide des tables le degré hygrométrique. Evidemment aujourd'hui dans les laboratoires et par exemple pour les régulations automatiques on utilise des hygromètres où l'électronique va intervenir, ce sont souvent des sondes de type capacitif dont les propriétés diélectriques varient avec l'état hygrométrique de l'air, il existe aussi des hygromètres résistifs.

L'hygromètre à cheveu a maintenant plus de 230 ans et il est encore utilisé, cependant environ tous les 100 ans il y a des progrès dans la précision de la mesure de l'hygrométrie et l'esprit des chercheurs travaille pour l'améliorer.

La structure physique du cheveu

Longtemps on a simplement essayé de mesurer le diamètre d'un cheveu… et nous parlions au laboratoire lorsque nous donnions une précision des mesures faites au quart de micro poil !!! Nous faisions mesurer à l'aide de microscopes conventionnels le diamètre de leurs cheveux aux étudiants, de même lorsque le microscope à contraste de phase est arrivé en travaux pratiques, nous leur faisions comparer leurs cellules buccales au microscope optique conventionnel et au microscope à contraste de phase, c'était au début des années 1970 et nous en restions là….mais un jour à l'occasion du Bicentenaire de la Révolution Française j'avais proposé pour les Portes Ouvertes de

l'Université de présenter les filières de l'Université à partir de Bourguignons vivant à cette période ; nous avions de la chance car comme il a été dit il y avait une vraie mafia bourguignonne à Paris, citons simplement les Carnot, Guyon de Moreau, Prieur de la Côte d'Or, Jacotât, Berlier et surtout pour ce qui nous intéresse ici Gaspard Monge (3). Tout le monde connaît le mathématicien créateur de la célèbre Géométrie descriptive…bien oubliée aujourd'hui par les jeunes lycéens mais on ne peut pas tout apprendre. Monge n'a pas été que ce créateur car c'est lui qui fit la première synthèse de l'eau, pratiquement en même temps que Cavendish, il fit un très bel article sur l'équation des cordes vibrantes, une superbe étude sur les « ombres » étude fondamentale pour les images 3D d'aujourd'hui, donna lors de l'Expédition d'Egypte la théorie du mirage etc.… mais cela nous éloigne de notre sujet… Monge lorsqu'il publia son étude sur le feutrage a été vraiment un visionnaire et c'est cette étude qui m'a incité à proposer le sujet présenté pour le Conférence Nationale des Académies. En effet en 1989, j'ai découvert son article *« Observation sur le mécanisme du feutrage »* paru dans les *Annales de Chimie* VI 1790 ; p.300-311 et j'ai été vraiment enthousiasmé par cet article dont je vous livre l'essentiel car il symbolise pour moi parfaitement *l'Esprit en progrès.*

Voici quelques lignes de cet article *:*

Lorsqu'on examine au microscope un cheveu, un brin de laine, un poil de lapin, de lièvre, de castor etc ... quelque grand que soit le pouvoir amplifiant de l'instrument, la surface de chacun de ces objets paraît absolument lisse et unie cependant les surfaces de ces objets ne sont pas lisses ; elles doivent être formées ou de lamelles qui se recouvrent les unes les autres de la racine à la pointe, à peu près comme les écailles de poissons se recouvrent de la tête de l'animal vers la queue, ou peut être mieux encore, de zones superposées, comme on observe dans les cornes.

Monge avait déduit une telle structure par le raisonnement ; les techniques modernes de microscopie lui donnèrent raison car l'utilisation de microscopes plus perfectionnés que ceux de l'époque ont permis de mettre en évidence cette structure. En 1995, entretenant d'excellentes relations avec Claude Humbert, responsable du Centre de microscopie confocale de l'Université de Bourgogne nous avons fait des photographies en relief (Fig.3) de la structure superficielle d'un cheveu, photographies traitées par les anaglyphes, (observation du relief par la méthode des anaglyphes, deux images légèrement décalées et teintées en deux couleurs différentes, rouge et verte en général et observées avec deux verres colorés (rouge et vert).

Fig.3 Micrographie d'un cheveu (Microscopie confocale en relief Cliché Claude Humbert).

Si nous avions jeté notre dévolu sur ce microscope c'était parce qu'il avait beaucoup de points communs avec un principe imaginé par Félix Billet (2 et 4) ; ce dernier fut un remarquable enseignant de l'Optique dite physique à l'Université de Bourgogne. Sans entrer dans des détails trop précis, nous dirons que les microscopes confocaux donnent une image haute résolution d'un plan de l'échantillon en trois étapes ; tout d'abord la lumière est focalisée au moyen de l'objectif en un faisceau presque conique, de sorte que la zone de rétrécissement est située à une profondeur choisie de l'échantillon. La lumière réémise est refocalisée par l'objectif et passe par un diaphragme en trou d'épingle pratiqué dans un masque placé devant le détecteur. Le diaphragme bloque toute la lumière qui brouillerait l'image comme les rayons qui se trouvent au dessous ou au dessus du plan de focalisation. Le faisceau est ensuite déplacé d'un point à l'autre de l'échantillon.

Les recherches sur la structure du cheveu se poursuivirent évidemment et le poil comporte trois couches de cellules kératinisées, au centre se trouve la moelle, puis le cortex et enfin la cuticule qui nous a intéressé ici formée d'une simple couche de cellules qui se chevauchent comme des tuiles, la cuticule s'amenuise à l'extrémité du poil et là encore Monge l'avait prévu en écrivant : *« on voit déjà que la contexture de la surface du cheveu n'est pas la même de la racine vers la pointe »* et proposait les deux expériences suivantes .

1. Si d'une main l'on prend un cheveu par la racine et qu'on le fasse glisser entre les deux doigts de l'autre main de la racine vers la pointe, l'on éprouve presqu'aucun frottement, aucune résistance, par contre si par la pointe on le fait glisser entre les doigts de la pointe vers la racine on éprouve une résistance

2. La seconde expérience est bien connue des enfants de la campagne qui introduisent un épi de seigle entre le poignet et la chemise, les pointes des barbes en dehors, lors des mouvements du bras, cet épi, s'accrochant à la peau, à la chemise, prend un mouvement progressif et monte le long du bras, les barbes en sont responsables et il en sera de même avec les aspérités du cheveu.

La structure prévue par Monge permet de comprendre l'opération du feutrage mécanique qui va comporter plusieurs phases.

Enchevêtrement et interpénétration des fibres, filaments ou fils. Pour les poils de lièvre, de lapin, de castor naturellement droits, il faut les frotter avant dépouillement par une brosse imprégnée d'une dissolution de mercure dans l'acide nitrique.

Tassement de la matière dans les trois dimensions pour augmenter la densité en réduisant le volume.

Adhésion des filaments entre eux par une technique de foulage qui peut se faire au foulon, par un traitement mouillé, par un traitement au maillet, large cuve de bois munie de maillets qui s'abattent sur le feutre (méthode indiquée par Monge), par un passage entre des rouleaux animés de mouvements vibratoires.

Nous avons là un bel exemple de l'esprit en progrès à partir de l'esprit de déduction de Monge et des développements des chercheurs pour trouver suivant le souhait de Monge de nouveaux types de microscopes optiques ou électroniques

Lorsque les chemins de Monge pourraient rejoindre ceux de Fourier

Nous avons indiqué précédemment que nous faisions mesurer l'épaisseur des cheveux de nos jeunes étudiants dans le cadre des travaux pratiques de physique et il leur était possible de comparer la finesse de ces derniers, épaisseur qui peut varier entre 20 microns et 100 microns. Nous avons profitant des avantages des nouveaux moyens d'information regardé les méthodes actuelles pour mesurer l'épaisseur d'un cheveu et nous avons trouvé de nombreuses études pour la mesurer à partir du phénomène de diffraction et il ne nous a fallu qu'un très petit pas pour rêver… En effet ayant enseigné la diffraction pendant 40 ans, je ne pouvais que m'intéresser à l'étude de la diffraction par un cheveu éclairé par un faisceau laser… puisque le cheveu est assimilé à un fil homogène et la figure de diffraction est analogue à celle donnée par un fil (Fig. 4)

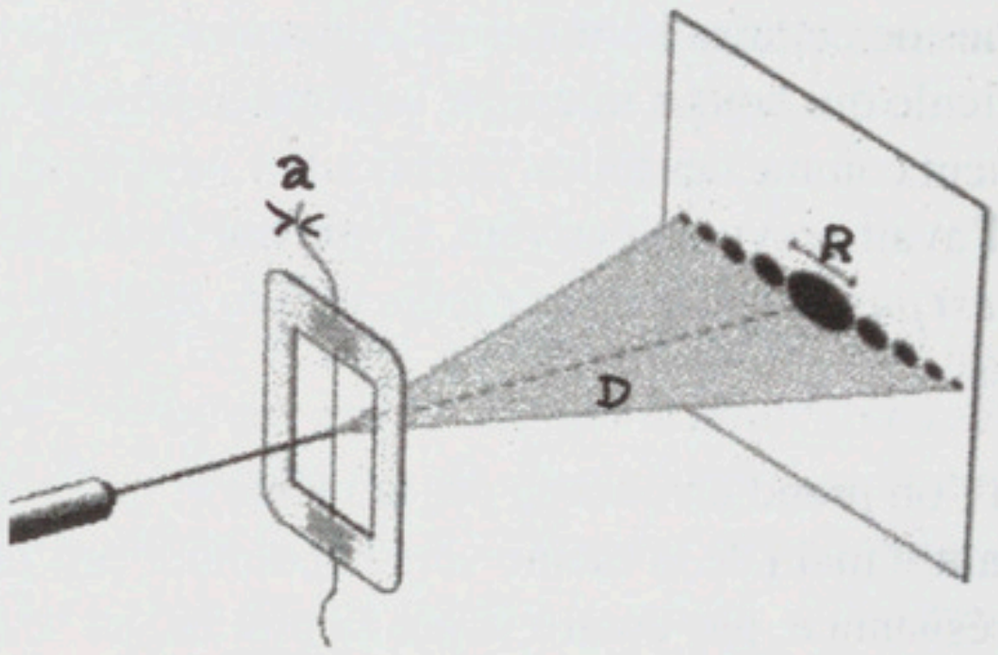


Fig. 4 Diffraction par un cheveu

ou une fente de même largeur (théorème de Babinet), la largeur de la tache centrale de diffraction permet de déterminer l'épaisseur du cheveu puisque celle-ci est égale théoriquement à

$$a = 2\lambda D/R$$

D est la distance entre le cheveu et l'écran, R la largeur de la tache centrale, l la longueur d'onde.

Mais il est bien connu après les très beaux travaux de Pierre-Michel Duffieux (5) à Besançon, que la figure de diffraction est la transformée de Fourier de la source diffractante et la figure de diffraction permet de remonter à l'original, nous pensons que l'analyse fine de la transformée de Fourier et sa déconvolution avec tous les moyens modernes de calcul doit permettre de remonter à l'original et d'avoir beaucoup plus d'informations sur le cheveu que sa seule épaisseur …mais évidemment lorsqu'on a abandonné le laboratoire depuis un certain nombre d'années c'est impossible à faire soi-même. Nous n'avons pas trouvé de publication explicite sur ce sujet qui pourrait intéresser la police scientifique. Cette dernière remarque me permet de me rappeler que, lorsque j'avais une dizaine d'années, l'ouvrage d'André Castelot *« Le mystère de Louis XVII »* Arthème Fayard 1953, m'avait déjà beaucoup intrigué avec les résultats du docteur Locard, directeur du laboratoire de police technique de Lyon, sur l'étude des cheveux supposés de Louis XVII… mais cela est une toute autre histoire qui poursuit d'ailleurs celles commencées en 1869 par le médecin allemand Rudolph Virchow (1824-1902). En 1910, Victor Balthazard, pro-

fesseur de médecine légale à la Sorbonne publia par exemple avec Marcelle Lambert la première étude approfondie, *Le poil de l'homme et des animaux (6)* et à la même époque, une femme fut convaincue d'assassinat à partir de l'étude de ses cheveux.

Les cheveux et les poils constituent toujours des indices intéressants. Leur examen aux microscopes optique et électronique peut identifier l'espèce et apporter des informations sur les circonstances d'un crime (cheveux arrachés, identification d'une personne par des caractéristiques particulières comme les teintures ou les maladies des cheveux).

D'autre part comme l'a rappelé l'exposition *« Cheveux chéris »,* la survie au sein par exemple d'une miniature de la chevelure d'un proche, d'un membre de la famille, d'un être aimé ou défunt permet de rapprocher de l'absent, c'est en ce sens par exemple qu'à Dijon, Christine Mathieu Fouchère (1751-1805), épouse de Bernard Piron, neveu d'Alexis Piron et découverte en 1989 pour l'exposition citée plus haut s'était fait une spécialité de réaliser des ouvrages en cheveux notamment avec ceux des personnes emprisonnées ou décédées au moment de la Révolution, malheureusement si les documents qui attestent de ce travail existent, nous n'avons pas retrouvé de telles miniatures faites par Christine Piron (7).

Les études mathématiques modernes pour une théorie scientifique du cheveu.

Nous allons terminer notre étude par une de nos dernières lectures qui elle aussi n'est pas étrangère à notre proposition de communication. Dans le numéro N°26 d'octobre 2011, la revue « *Reflets de la physique »(*Revue de la Société Française de Physique) a publié un article de Yves Pomeau et Basile Audoly consacré à la mécanique du cheveu sous le titre : « Les cheveux des cordes et de la physique » (8). Il n'est évidemment pas possible ici d'exposer en détail ces calculs mais nous reprendrons ces lignes de la publication deY.Pomeau et B. Audoly :

« *Le cheveu humain est un bon exemple de système mécanique simple à comportement complexe Sa longueur étant bien supérieure à son diamètre, il peut être décrit par une théorie inspirée de l'Elastica d'Euler... Ceci conduit à des solutions intéressantes de ce problème de corde ...Cette corde est tendue par son propre poids, sa tension n'est pas uniforme contrairement au cas d'une corde de piano ou de violon. Une autre particularité mécanique est que (le cheveu) est encastré à une extrémité au niveau du cuir chevelu et libre à l'autre.»*

Le cheveu est donc encastré à l'une de ses extrémités (Fig. 5.)

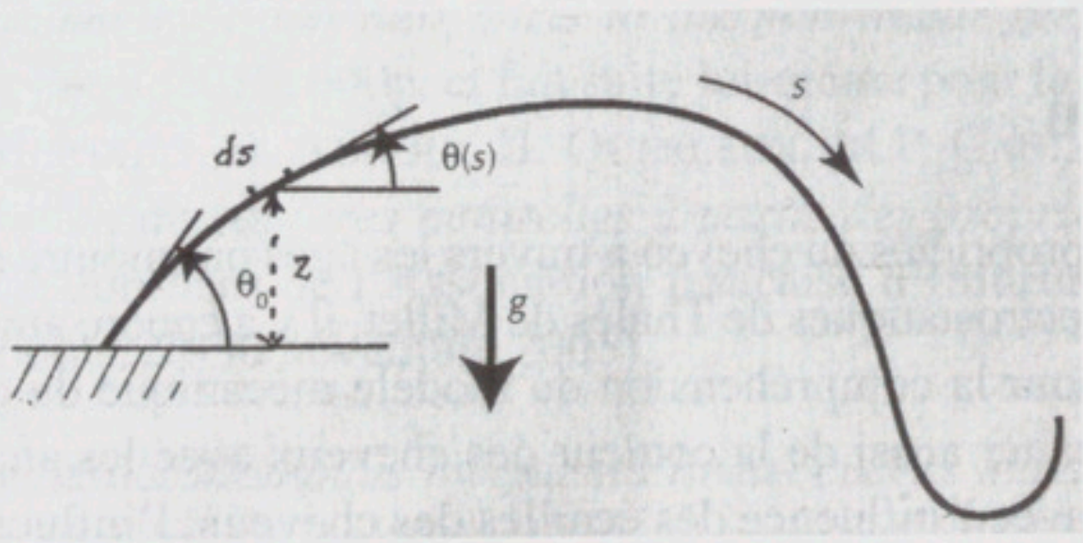


Fig.5 Géométrie d'un cheveu inextensible

Le point courant est repéré par son abscisse curviligne s qui représente la longueur du cheveu à partir de l'origine, longueur supposée insensible aux variations liées à la température et l'humidité considérées comme constantes. Le cheveu a une courbure naturelle k_0 qui à un moment donné sera $k(s)= d\theta/ds$.. L'angle θ est l'angle fait par le cheveu avec l'horizontale ; il vaut θ_0 à la racine et a la valeur courante θ_s. La forme naturelle du cheveu va résulter des deux effets suivants : la gravité qui tend à tirer le cheveu vers le bas et la courbure naturelle liée à l'énergie élastique.

À la gravité est associée l'énergie potentielle Eg au point courant pour un petit élément de cheveu de longueur ds :

$$E_g = \rho g S z(s)\, ds$$

ρ est la masse volumique du cheveu, S sa section, g l'accélération de la pesanteur et z la cote du point courant pris sur le cheveu.

Pour le même élément ds, l'énergie potentielle élastique est de la forme :

$$E_e = ds\, B\, (k_s - k_0)^2/2$$

B est le module de flexion du cheveu où intervient le module d'Young qui agirait comme une sorte de décompression du cheveu.

Pour résoudre le problème il faut déjà intégrer cette somme des deux énergies potentielle sur la longueur totale du cheveu ; Y. Pomeau et B. Audoly ensuite, s'étant déjà inspirés des équations écrites il y a 250 ans par Euler (9) pour la stabilité d'une tige élastique, minimisent l'énergie totale (énergies potentielles de gravité et élastique). Remarquons que cette minimalisation de l'énergie est celle qui est employée en optique avec le principe de Fermat. Par l'introduction de deux nombres sans dimensions $\alpha = Lk_0$ et $\beta = B/\rho g S L^3$, ils montrent alors que la forme d'équilibre va dépendre de ces deux paramètres et de l'angle θ_0 à la racine.

Les valeurs de α et β varient très largement pour les cheveux humains.

Si α est grand le cheveu sera bouclé et quasi rectiligne s'il est très petit. Si β est petit le cheveu tendra à tomber verticalement et s'il est grand le cheveu va suivre sa forme naturelle, bouclée ou lisse !

Evidemment l'étude complète sort entièrement du cadre de notre communication mais nous pensons que ces travaux à partir de l'Elastica d'Euler sont bien dans le sens de l'esprit en progrès et nous pouvons noter que cette dernière étude a été faite en liaison avec des chercheurs de l'Oréal.

Conclusion

Ces quelques propriétés du cheveu à travers les âges ont montré que 2500 ans après les découvertes électrostatiques de Thalès de Millet, il y a encore aujourd'hui beaucoup de progrès faits pour la compréhension du modèle mécanique du cheveu… Evidemment il faudrait traiter aussi de la couleur des cheveux avec les analyses au photogonioréflectomètre avec l'influence des écailles des cheveux, l'influence sur la brillance etc… et on a étudié au sonomètre l'influence du passage du peigne dans les cheveux

pour le crissement lorsque les dents du peigne frottent sur les écailles… Il ne faut pas oublier que la première entreprise industrielle française tire 70% de ses revenus des produits capillaires, ce qui justifie amplement que le cheveu soit encore un large sujet de recherches faisant intervenir les moyens d'études les plus modernes.

Bibliographie

Ouvrage général :

AUZOU Marie-Christine, MELCHIOR-BONNET Sabine : *Les vies du cheveu*, Gallimard Découvertes Gallimard, Paris 2001

1. *L'électrostatique,* Revue du Palais de la Découverte, Paris Juin 1985 N°spécial 31

2. *Physiciens en Bourgogne* sous la direction de Michel PAUTY, Dijon Sodecom et CCSTI, 2005

3. MONGE Gaspard « Observation sur le mécanisme du feutrage » *Annales de Chimie* **VI** 1790 ; p.300-311

4. BILLET Félix « Principe d'optique géométrique et son application à plusieurs questions et à divers appareils ». *Mémoires de l'Académie des sciences, arts et belles-lettres de Dijon* 1852-1853 p. 129 notamment.

5. DUFFIEUX Pierre-Michel *L'Intégrale de Fourier et ses Applications à l'Optique*. Masson, 1970

6. LAMBERT Marcelle, BALTHAZARD Victor : *Le poil de l'homme et des animaux* Steinheil 1910, 228 pages

7. DUBOIS Sylvie : « Christine Piron, Miniaturiste et peintre en cheveux(1751-1805) » *Urbanités.Vivre, survivre, se divertir dans les villes (XV^e-XX^e siècle), Etudes en l'honneur de Christine Lamarre,* Editions Universitaires de Dijon, 2012,(pp. 441-452).

8. Cet article reprend pour partie un ouvrage de AUDOLY Basile et POMEAU Yves *« Elasticity and Geometry-From hair curls to the non-linear response of shells »* (Oxford University Press, 2010, 600p. et fait suite lui-même pour la partie cheveu à la publication de F. BERTAILS, B. AUDOLY, B. QUERLEUX, M.P. CANI, F. LEROY ET J.L. LEVÊQUE *Modélisation de coiffures naturelles à partir des propriétés physiques du cheveu.* Pour les 18^e Journées de l'Association française d'Informatique Graphique (AHG 2005, Strasbourg 28-30 novembre 2005).

9. EULERO Leonhardo, *Methodus inveniendi lineas curvas maximi minimive proprietate gaudentes sive solutio problematis isoperimetrici latissimo sensu accepti*, Bousquet, Lausanne & Genève MDCCXLIV.

L'ÉTUDE DE L'HOMME EN MICROGRAVITÉ L'EXPÉRIENCE TOURANGELLE

par

Léandre POURCELOT de l'Académie de Touraine

Introduction

Depuis le vol de Gagarine le 12 avril 1961, environ 500 astronautes ont participé à des vols habités à bord des différents véhicules spatiaux (capsules Gemini, stations Saliout et MIR, Spacelab, navette spatiale, station orbitale internationale ISS). La durée de séjour en apesanteur varie d'une heure à 437 jours (Valeri Poliakov 1994).

Après une première phase d'étude des effets de la microgravité sur l'homme, au début des vols habités, les travaux scientifiques ont évolué progressivement vers la médecine spatiale. Il a fallu pour cela : (1) développer des modèles de la réponse physiologique des astronautes, (2) mettre au point des appareils et des expériences pour vérifier ces modèles en vol et au sol, (3) contrôler l'efficacité des contre-mesures destinées à lutter contre la désadaptation cardio-vasculaire, l'ostéoporose, la perte de masse musculaire, le mal de l'espace…

Les équipes de la Faculté de Médecine et de l'Université de Tours ont participé à une dizaine de vols spatiaux depuis le vol franco-soviétique de 1982 avec J.-L. Chrétien à bord de la station Saliout 7 (navette américaine 1985, station MIR 1988, 1993, …). Leurs recherches se sont concentrées sur l'étude du système cardiovasculaire et de l'os, avec en parallèle le développement d'appareils à ultrasons utilisables à bord des stations orbitales : échographe Doppler (première mondiale), densitomètre osseux, systèmes Doppler ultrasonore miniaturisés. Ces travaux ont abouti à des avancées scientifiques significatives et à des retombées économiques importantes avec création d'entreprises, commercialisation de dispositifs médicaux et aide au développement de la télé-échographie.

L'homme en microgravité. Une situation à risque

Depuis des millions d'année la gravité terrestre a façonné le monde animal et végétal pour aboutir à celui que nous connaissons actuellement. Cette adaptation à l'accélération permanente de 1G a amené au développement chez l'homme de structures musculaires et osseuses très performantes, d'un système cardio-vasculaire complexe et capable de répondre à de nombreuses sollicitations comme le maintien d'une circulation normale lors des changements de position (orthostatisme) ou au cours d'efforts, et d'un système nerveux capable de gérer notre équilibre et la coordination des mouvements.

En absence de gravité, le tissu osseux serait quasi inutile, de même que le tissu musculaire, puisque le rôle essentiel de ces systèmes est de lutter contre la pesanteur. On constate en effet que la disparition de la gravité entraine rapidement des altérations des systèmes cardio-vasculaire, osseux, musculaire et nerveux pour ne citer que les principaux. Même à l'échelon cellulaire, la micropesanteur entraîne des modifications de l'expression des gènes et des modifications de la réponse et de la morphologie des cellules.

L'intérêt des études sur l'homme en microgravité est donc de constater les conséquences de l'exclusion du paramètre gravité sur la physiologie et de mettre au point les moyens nécessaires pour éviter une trop grande dérive des fonctions essentielles au retour sur terre des astronautes. Les résultats permettront d'évaluer les possibilités de voir un jour un homme sédentaire sur la Lune et sur Mars, capable d'y travailler et de s'y reproduire.

Les principaux effets de la microgravité :

L'arrivée des astronautes en apesanteur se traduit par des modifications plus ou moins rapides du fonctionnement de leur organisme :

Le mal de l'espace. La reconnaissance de la position des différentes parties du corps repose sur la coordination des capteurs de la vision, du système vestibulaire, de la proprioception et des capteurs tactiles. Le mal de l'espace est un syndrome fréquent, qui atteint près des 2/3 des astronautes lors des deux premiers jours de vol. Il est lié au conflit neurosensoriel entre les informations fournies par la vision et ceux provenant des capteurs liés aux accélérations, dont l'accélération de la gravité. L'oreille interne, nous permet de reconnaitre la verticale et de percevoir les mouvements du corps. En apesanteur, cette oreille interne ne fonctionne plus correctement. Les signaux qui proviennent des yeux et des canaux semi-circulaires indiquent au cerveau que la tête vient de tourner. Mais les otolithes ne donnent pas confirmation, car leur information dépend de la gravité. Les astronautes ressentent alors différents symptômes qui vont du mal de tête au vomissement avec nausées, en passant par une désagréable sensation de désorientation : c'est le fameux mal de l'espace (SMS ou *Space Motion Sickness*). Pendant les premières heures de la mission, certains astronautes ne sont pas à même de réaliser des tâches qui demandent de la concentration et/ou une bonne forme physique, comme certaines expériences scientifiques fragile ou sensibles, une sortie extra véhiculaire (risque de vomissement et de désorientation), la commande du bras articulé, l'arrimage de véhicules spatiaux, …

Lors du retour sur terre, les modifications de sensibilité des capteurs engendrées par le vol spatial se traduisent par le fait que les astronautes ont du mal à maintenir une posture correcte, surtout avec les yeux fermés. Les effets semblent être proportionnels à la durée de la mission. Dans les cas les plus graves, les astronautes ressentent des vertiges lorsqu'ils tournent sur eux mêmes ou pendant des mouvements rapides de la tête.

La désadaptation cardio-vasculaire se développe dès les premiers jours de vols. Elle est la conséquence de plusieurs phénomènes :

- le déplacement et la réduction de la masse sanguine : cela est la conséquence d'un transfert de sang de 1,5 à 2 litres vers le haut du corps en raison de la disparition du

gradient de pression hydrostatique associée sur terre avec la position assise ou debout (environ deux tiers du temps). On observe donc une augmentation de la pression veineuse dans la partie haute du corps (avec œdème du visage et du tronc), et une baisse de celle-ci dans la partie inférieure du corps. Ce phénomène, perçu par les capteurs centraux de pression sanguine comme une augmentation de la masse sanguine, entraîne une réduction de la soif et une augmentation de l'élimination urinaire, ce qui a pour conséquence de réduire le volume sanguin circulant, cette réduction pouvant atteindre environ un litre en absence de contre-mesure.

- la disparition progressive des réflexes vaso-constricteurs au changement de position liée à la disparition de la pression hydrostatique. Le mauvais contrôle du flux sanguin qui en résulte lors du retour en gravité normale peut entraîner de sévères hypotensions orthostatiques surtout s'il est accompagné d'une hypo-volémie de l'astronaute.

- la réduction des performances cardio-vasculaires, avec diminution du volume des cavités cardiaques et de la masse musculaire du myocarde, liée à la faible activité musculaire en apesanteur. A titre d'exemple, la perte de masse cardiaque peut atteindre 20% au cours d'un alitement prolongé de 25 jours en l'absence de contre mesure.

L'altération des muscles squelettiques. L'activité musculaire est relativement faible en microgravité, ce qui se traduit par une réduction de la masse, de la force et de l'endurance musculaires. Au cours des vols spatiaux, ou en condition de micropesanteur simulée, les muscles posturaux, comme le soleus des membres inférieurs, subissent une atrophie particulièrement sévère. Cette atrophie se traduit entre autres par une disparition d'une fraction de protéines musculaires qui sont impliquées dans la cohésion structurale, l'élasticité, le processus contractile ou le métabolisme musculaire. Le muscle cardiaque n'échappe pas à cette altération comme signalé ci-dessus, sa masse se réduisant en l'absence de contre-mesure.

L'atrophie musculaire réduit l'habilité, la force, la locomotion et le maintien d'une posture correcte. C'est également la source de douleurs musculaires et ligamentaires. Les effets peuvent persister plusieurs semaines ou même quelques mois après le retour sur Terre. Des exercices physiques (tapis de courses, vélo, appareils de musculation) intenses et quotidiens permettent de lutter contre l'atrophie musculaire, sans cependant la stopper complètement.

La perte de masse osseuse. L'os est normalement en constante restructuration pour s'adapter aux contraintes mécaniques. Les conditions des missions spatiales entraînent de ce fait une perte osseuse (ostéoporose) au niveau des territoires porteurs, aussi bien chez l'homme que chez les animaux comme le rongeur. Le calcium et certains sels minéraux (phosphore) quittent les os (ostéoporose) et ceux ci se fragilisent considérablement (surtout les os qui portent le poids du corps). Cette perte osseuse est rapide dans la partie trabéculaire, métaboliquement très active, puis elle atteint l'os cortical.

Le temps de récupération au sol est généralement au moins aussi long que la durée de la mission spatiale.

Les programmes d'exercice physique journaliers permettent de limiter cette perte osseuse. Sans ces contre-mesures il y aurait un risque de fracture, ou de reconstruction osseuse altérée, puisque cette dernière est conditionnée par les contraintes physiques reçues par l'os. Cette évolution défavorable pourrait associer des dégâts aux structures articulaires et intervertébrales ainsi que la formation de lithiase rénale.

Immunologie et infection. Lors des vols spatiaux on note une modification du système immunitaire avec diminution du nombre et des fonctions des lymphocytes T, une variété de globules blancs impliqués dans l'immunité à médiation cellulaire. La situation est réversible au retour sur Terre, le système immunitaire retrouvant rapidement son état normal. Pour l'instant, aucune infection aggravée par une baisse des capacités du système immunitaire ne s'est produite en vol.

L'irradiation cosmique. Les vols spatiaux amènent les astronautes à une altitude à la limite ou au-delà de la zone de protection contre les rayons cosmiques que constitue l'atmosphère terrestre. Il existe donc un risque d'irradiation avec des conséquences potentielles sur le système nerveux central et les tissus, et une augmentation de la carcinogénèse. L'irradiation est accrue au cours des sorties extra véhiculaires et lors d'éruptions solaires intenses. Le problème sera encore plus important lors de voyages de longue durée vers la lune et vers Mars, c'est-à-dire en dehors de la haute atmosphère terrestre qui constitue une protection relative contre les rayonnements.

Santé comportementale et performance, facteur humain dans l'espace. La vie dans un volume limité et dans un environnement stressant peut entraîner des problèmes psychologiques et relationnels qu'il faut savoir anticiper avant et pendant les vols. Les points essentiels à bien contrôler sont les suivants :

Un entraînement individuel et de groupe des astronautes bien adapté

- une bonne adéquation entre les capacités cognitives de l'équipage et les tâches demandées.
- la qualité des interactions entre le sol, l'équipage et les fonctions automatisées.
- la qualité et la quantité du sommeil et de l'alimentation
- la prise en compte des rythmes circadiens (16 passages jour/nuit par 24h dans la station).

Support de vie avancé: En principe la station ne devrait rejeter à l'extérieur que du dioxyde de carbone CO2 et de l'hydrogène H2. Les astronautes ont à leur disposition environ 3 litres d'eau par jour, et le recyclage de cette eau est assuré à près de 75% par distillation de l'urine et de la sudation. Le reste des fournitures représente environ une tonne par an et par astronaute. A bord de la station on maintient une atmosphère similaire à celle de la terre. L'oxygène de l'air peut être produit par hydrolyse de l'eau. En raison de l'absence de convection, une circulation forcée de l'air et son filtrage permanent permettent d'assurer un équilibre thermique dans les parties habitables, ainsi qu'une élimination des particules en suspension, des molécules toxiques et du CO2.

Liaisons avec le sol : Les liaisons avec le sol ont beaucoup évolué par rapport aux premières missions spatiales grâce au déploiement d'un réseau de satellites relais permettant de couvrir la totalité des trajets de la station orbitale. Outre les aspects de sécurité et de surveillance de la station, ces liaisons permettent de communiquer aisément avec les astronautes et de réaliser des opérations de télé-médecine et d'assistance aux astronautes pour réaliser certaines expériences scientifiques. Au cours d'un vol vers Mars la communication sera plus compliquée en raison du délai de transmission aller-retour des informations qui pourra atteindre vingt à trente minutes.

Activité extravéhiculaire: Cette activité nécessite l'emploi de combinaisons pressurisées à environ 0,3 bar. Chaque sortie nécessite donc une phase de décompression des

astronautes avec un risque de formation de bulles comme chez les plongeurs. Les sorties s'effectuent en principe à deux pour pouvoir intervenir rapidement en cas de problème (emboles, vomissements, désorientation, …). En principe aucune sortie ne doit être effectuée lors des deux ou trois premiers jours après l'arrivée de l'astronaute en microgravité. L'utilisation de robots téléguidés, installés en permanence à l'extérieur de la station orbitale, devrait limiter le nombre et la durée des sorties extra véhiculaires dans l'avenir.

Simulation au sol de la microgravité

Les scientifiques et les spécialistes de médecine spatiale cherchent en permanence à mieux comprendre les effets de la microgravité et à proposer des contre-mesures destinées à maintenir la santé et les performances physiques et psychologiques des astronautes. La simulation au sol de la microgravité repose essentiellement sur deux techniques :

- la position allongée anti orthostatique de longue durée (jusqu'à trois mois) avec une inclinaison du corps à -6°, appelée *Head-down-bed-rest* par les Anglo-saxons. Cette position permet de faire refluer le sang vers la partie haute du corps et de mettre au repos les muscles (dont le cœur) et le système ostéo-articulaire,
- les vols paraboliques à bord d'avion afin d'obtenir une trentaine de séquences d'apesanteur de 20 à 25 secondes chacune.

Simulation en vol des effets du retour en gravité normale

Pour l'instant cette simulation repose sur l'utilisation d'un système de dépression de la partie inférieure du corps (LBNP : *lower body negative pressure*), grâce à une sorte de « pantalon G » rigide qui enserre la taille et dans lequel on abaisse la pression pour drainer le sang vers le bas du corps. On peut alors vérifier comment répond le système cardiovasculaire à cette simulation du retour sur terre. Ce système est également utilisé pour entraîner les astronautes à conserver les réflexes de vasoconstriction lors des changements de position et assurer ainsi un retour au sol avec un risque moindre d'hypotension orthostatique. Dans l'avenir il est envisagé d'équiper la station orbitale d'une mini-centrifugeuse pour compléter le LBNP, mais cela pose encore des problèmes techniques (sécurité, vibrations,…) non résolus.

Participation des équipes de Tours à la recherche spatiale

Les équipes du Laboratoire de Biophysique LBM et de l'Unité de Médecine Spatiale UMPS de l'Université et du Centre Hospitalier et Universitaire de Tours ont eu un rôle de pionniers dans l'étude du système cardiovasculaire des cosmonautes russes et des spationautes français dès le début des vols habités franco-soviétiques. Cette aventure a pris forme dans le milieu des années 1970 avec une conférence de Léandre Pourcelot sur les possibilités d'étude en microgravité de la circulation cérébrale par effet Doppler ultrasonore, à l'occasion d'une réunion franco-soviétique en France.

Lorsque la décision d'envoyer un spationaute français sur la station orbitale Salyut 7 a été prise, l'équipe de Tours a été retenue par le CNES en raison de ses compétences reconnues dans les domaines des technologies ultrasonores et de l'exploration du cœur et des vaisseaux sanguins par ultrasons. À cette époque on ne pouvait que faire des hypothèses sur les modifications possibles des performances cardiaques et de la cir-

culation liées à l'absence de gravité. Des mesures en conditions réelles étaient nécessaires pour améliorer les modèles, mettre au point les simulations au sol, et proposer des contre-mesures pour éviter la désadaptation liée à la gravité.

Première mondiale

Le vol PVH (premier vol habité) franco-soviétique de 7 jours en 1982, avec Jean-Loup Chrétien à bord, a été l'occasion d'utiliser un échographe pour la première fois au monde à bord d'un véhicule spatial. Les appareils d'échographie-Doppler ont plusieurs avantages pour leur utilisation dans l'espace: pas d'irradiation, consommation énergétique limitée, faible encombrement, capteurs multifonctions. Il a fallu alors démontrer qu'un spationaute non spécialiste de cette technique était capable de faire des examens sur lui-même sans difficulté majeure. Ce premier vol fut également l'occasion de mettre en place une coopération entre ingénieurs, scientifiques et médecins français et soviétiques.

Les résultats très positifs obtenus ont incités les Soviétiques à conserver l'échographe à bord de la station Salyut 7, ce qui a permis d'étudier les modifications du cœur et de la circulation chez trois cosmonautes soviétiques, dont le cardiologue Oleg Atkov, pendant un vol record du monde de 237 jours en 1984. Cela a incité la Nasa à utiliser le même échographe à bord de la navette spatiale avec l'astronaute français Patrick Baudry en 1985.

« As de Cœur » et la médecine spatiale

Il est apparu évident que la dégradation des performances cardiaques et la redistribution de la masse sanguine en microgravité nécessitaient un suivi régulier des spationautes pour vérifier l'efficacité des contre mesures. La médecine spatiale prenait ainsi le relais de la physiologie spatiale. Dès la fin de l'année 1985, un projet scientifique ambitieux associé à la réalisation du nouvel échographe appelé « As de cœur » était retenu par la CNES. As de cœur allait partir sur la station orbitale MIR pour une dizaine d'années. Il allait être disponible pour de nombreuses missions parmi lesquelles on peut citer celles qui impliquaient des spationautes français : Aragatz (J.-L. Chrétien, 26 jours, 1988), Antares (M. Tognini, 15 jours, 1992), Altaïr (J.-P. Haigneré, 21 jours, 1993), Cassiopée (C. André-Deshays, 15 jours, 1996), …

Certains de ces vols ont permis également de mettre au point la télé-échographie afin de suivre les expériences d'échocardiographie-Doppler en temps réel et de guider éventuellement les spationautes.

Les phases de montée en orbite et de descente sont également des périodes très importantes à étudier car les spationautes y subissent des variations importantes d'accélération. Seuls des appareils autonomes en énergie, et de petite taille, avec des capteurs fixés sur la peau sous la combinaison de vol, peuvent être utilisés. Un appareil à effet Doppler capable d'étudier la circulation à plusieurs endroits simultanément a été mis au point pour les vols Cassiopée (C. Haigneré, 1996) et Columbia (M. Tognini, 1999). Une version simplifiée avait été testée initialement sur le vol Spacelab D2 (1993).

Et pour les vols de longue durée ?

Les vols de longue durée s'accompagnent d'une décalcification des os porteurs qui peut être dangereuse si elle affecte leur solidité. L'équipe de Biophysique a développé au début des années 1990 un système ultrasonore d'étude de l'os du talon (calcaneum), appelé *Bone Densitometer* BDM, et permettant de mesurer des paramètres en relation

avec la concentration en calcium et la « porosité » de l'os. Le premier vol de BDM a eu lieu en 1995 lors du vol Euromir 95.

Une astronaute dans l'équipe de Tours – Judith Resnik Award.

En 1985 a eu lieu une sélection de cinq astronautes par le CNES. Frédéric Patat, ingénieur et médecin de l'équipe de Biophysique a été sélectionné. Le vol de la navette auquel il devait participer comme ingénieur de bord a malheureusement été annulé à la suite de l'accident de la navette Challenger.

Une astronaute, la « *mission specialist* » Judith Resnik, faisait partie des victimes de cet accident survenu le 28 janvier 1985. En son honneur l'Institute of Electrical and Electronics Engineers IEEE (www.ieee.org) a créé le *Judith Resnik Award* qui est remis annuellement depuis 1989. En 1995, il a été attribué à Léandre Pourcelot et l'équipe de Biophysique de l'Université de Tours « *For application of ultrasound imaging to the measurement of cardiovascular systems during space flight.* »

Des retombées économiques importantes

La mise au point des appareils et capteurs à ultrasons a permis de développer des compétences technologiques importantes au LBM qui se sont traduites par plusieurs créations d'entreprises à l'Université de Tours (Vermon SA 1984, Imasonic 1987, Ultrasons Technologies 1997, …) représentant plus de 200 emplois directs, et de nombreux transferts de technologies comme l'appareil Bone Densito Meter BDM (environ 500 appareils vendus).

La télé-échographie est également une retombée majeure qui est en cours de diffusion. Grâce à la mise au point en collaboration avec l'équipe PRISME (Bourges) et le CRISP (Paris V) d'un robot manipulateur télécommandé, elle permet de réaliser à distance une échographie sur un sujet isolé (station spatiale, zone polaire, désert, centre médical secondaire en Europe...), de répondre à des urgences et de limiter les transferts de patients. Cet outil a été validé sur 400 patients en Région Centre. L'Agence Régionale de Santé (ARS) de la Région Centre a d'ores et déjà financé l'installation du robot dans des centres médicaux secondaires. Trois programmes de télé échographie en collaboration avec l'ESA Agence Spatiale Européenne sont en cours. Le robot échographique actuellement fabriqué par 3 entreprises françaises (Biarritz, Toulouse, Vendôme) a été retenu par l'ESA pour être installé sur la station spatiale Internationale ISS dans un avenir proche.

Conclusions

La vie en microgravité est une situation à risque pour l'organisme humain. Elle entraîne des perturbations importantes de la physiologie qui pourraient devenir dangereuses pour un retour au sol après un vol de longue durée en l'absence de contre-mesures et de surveillance efficaces.

Les équipes de Tours ont eu un rôle important dans la coopération internationale pour étudier l'adaptation de l'homme dans l'espace, mettre au point des techniques d'exploration par ultrasons, proposer des contre-mesures, participer activement aux simulations au sol de la microgravité, et assurer le transfert de technologies.

Références :

http://www.cnes.fr/web/CNES-fr/8778-sciences-de-la-vie.php

http://www.esa.int/Our_Activities/Technology/Space_for_health/Physiology2

POTTIER J.M., PATAT F., ARBEILLE P., POURCELOT L, MASSABUAU P., GUELL A., GHARIB C., « Cardiovascular system and microgravity simulation and inflight results » *Acta Astronautica*, vol. 13, nº 1, 1986, 47-51

POURCELOT L., POTTIER J. M., ARBEILLE P., PATAT F., BERSON M., RONCIN A., LE TOULLEC C., GUELL A., GHARIB C., « Étude de la fonction cardiovasculaire chez les astronautes (mission STG 51 G - juin 1985) », *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*, vol. 170, nº 3-4, 1986, 341-344

NICOLAS M., WEISS K., « Stress and recovery assessment during simulated microgravity » *Journal of Environmental Psychology*, 29, 2009, 522-528.

CUSTAUD M.A., BELIN DE CHANTEMELE E., BLANC S., GAUQUELIN-KOCH G., GHARIB C. (2005). « Régulation de la volémie au cours d'une simulation d'impesanteur de longue durée ». *Can. J. Physiol. Pharmaco.l* 83, 2005, 1147-1153

Figure 1: Vue de l'échographe-Doppler « As de cœur » (Matra, CNES)

Figure 2 : « As de Cœur » en cours d'utilisation à bord de la station orbitale Mir. L'astronaute porte le pantalon G (LBNP) qui permet d'aspirer le sang dans les jambes. (CNES)

Figure 3: Astronaute Judith Resnik (NASA), et IEEE Judith Resnik Award.

SYNTHÈSE

SANS CESSE LE PROGRÈS, ROUE AU DOUBLE ENGRENAGE …

par

Michel WORONOFF

À écouter et à lire toutes ces excellentes communications, on ne saurait manquer d'être frappé par l'optimisme qu'elles irradient. Il y a pourtant lieu de s'interroger sur la notion de progrès dans le domaine de l'esprit. Il s'agit, comme l'étymologie nous y invite, de marcher vers un but, — mais lequel ? — pas forcément en s'élevant, mais en avançant.

Or cette progression est-elle linéaire, comme nous en avons l'impression, en ne considérant que les siècles qui nous adossent aux XVII[e] et XVIII[e] siècles européens. Est-elle fléchée, selon l'expression de Madame Chantal DELSOL, que nous avons entendue en 2009 ? Pour qui jette un regard sur l'ensemble de notre évolution, la question est loin d'être claire. C'est pourquoi j'ai choisi de placer en exergue ces vers des *Contemplations* :

« *Sans cesse le Progrès, roue au double engrenage,*
Fait marcher quelque chose en écrasant quelqu'un ».

On a en effet l'impression que notre marche en avant est constamment marquée par des moments d'arrêts ou même par des reculs. Or, depuis les pleurs de Scipion sur la plage de Carthage, pressentant dans la ruine de la ville ennemie l'annonce de la chute de Rome, nous savons — bien avant Valéry— que les civilisations sont mortelles. Et elles emportent dans leur tombe les secrets de leurs progrès. Si l'on se borne aux domaines choisis par les intervenants, que de découvertes qui sont en fait des redécouvertes !

Je n'en donnerai qu'un exemple. En géographie, la mesure de la Terre est définie par Ératosthène de Cyrène, au III[e] siècle av. J.-C. En s'appuyant sur le calcul de l'arc du méridien terrestre, de Syénè à Alexandrie, il avait avancé que la Terre était ronde et que sa circonférence était de 252 000 stades égyptiens, soit environ 40 000 km. Or il faudra attendre dix-sept siècles pour que la découverte fortuite de l'Amérique par Christophe Colomb apporte la preuve tangible de cette hypothèse. À la suite de Platon, il travailla sur la duplication du cube, à propos d'un autel de Délos, sa carte de la Terre fut pendant longtemps la seule connue et autorisée.

On frémit en songeant que pendant si longtemps, ces découvertes n'ont été préservées que par un petit nombre d'érudits byzantins ou arabes. Tous les progrès accomplis par l'esprit pendant l'Antiquité classique et hellénistique auraient disparu, avec les textes de Platon et d'Aristote, s'ils n'avaient été préservés, parfois comme simples parchemins réutilisés ou palimpsestes, par des communautés de moines en Occident et en Orient. De plus le hasard est parfois bienfaisant et il faut savoir gré aux embaumeurs de l'Égypte ancienne d'avoir usé des papyrus grecs comme bandelettes

pour envelopper les morts, ce qui nous a conservé les textes anciens, tels qu'édités au II^e^ siècle avant J.-C..

Plus près de nous, les autodafés de livres, décidés par le pouvoir nazi, avaient pour but d'éradiquer toute trace d'influence littéraire ou philosophique des peuples considérés comme inférieurs. De même, en Union soviétique, les oukazes de Jdanov entravèrent durablement l'essor de la science biologique. Mais, et c'est une caractéristique des progrès en esprit, les plus terribles persécutions ou les oublis les plus profonds ne parviennent pas à faire disparaître totalement les avancées de l'esprit humain. Il y a toujours, enfouies sous la couche de cendres, quelques braises ardentes qui ne demandent qu'à redonner la lumière. Que l'on songe à ces personnages du *Fahrenheit 451* de Ray Bradbury où, dans un monde où l'on brûle les livres, quelques personnes apprennent par cœur les ouvrages, pour que la mémoire ne s'efface pas.

La marche vers le progrès

Pourtant, une vision optimiste apparaît au XVII^e^ siècle et plus encore, au XVIII^e^. C'est en effet dans cette période que Christian BELIN et Bernard CHEDOZEAU, de l'Académie de Montpellier, découvrent l'émergence d'une nouvelle explication du sens de l'Histoire. On abandonne la théorie de l'Âme du Monde reposant sur les *âges du monde*, déterminés par la création biblique et les *fins dernières*, enfer, purgatoire, paradis, pour leur substituer le système du Progrès, dans une révolution laïciste. La Bible n'est plus considérée comme un livre d'Histoire ; aux *âges du monde* se substitue la notion d'*époques*. Cette évolution se marquait déjà chez Bossuet où la vision chronologique et historique remplace celle des *âges*. On n'attend plus la fin du monde, on renonce à toute orientation téléologique divine. La disparition des *fins dernières* coïncide avec l'apparition, chez les libertins optimistes, de la notion de Progrès. Au reste, les Jésuites, dans leur fréquentation des peuples de la Terre, avaient déjà entrepris cette mutation. Cette dernière triomphe avec le XVIII^e^ siècle, siècle des philosophes. Elle constitue le fondement de l'idéologie des Lumières. L'homme acquiert une responsabilité entière et, partant, le droit au bonheur. Les philosophes rejoignent ainsi Rabelais et son fameux « Frère, il faut vivre ! ». L'Histoire se « laïcise » et le Progrès est conçu comme « amélioration automatique et indéfinie de l'homme et de sa conduite ». Le temps devient simple instrument de mesure de l'évolution vers le bonheur. Quant au Progrès, il se définit par l'ouverture au vrai et à l'utile sur cette terre. L'optimisme des philosophes les pousse à considérer comme évident que les progrès de la science et de la morale vont de pair. Pour Condorcet, il va de soi que le progrès doit être éclairé par « la Raison, l'éducation, les connaissances, les découvertes scientifiques et techniques ». Les hommes alors se conduiront « par leurs propres lumières » ; le Progrès est indéfini « dans la route de la vérité, de la vertu et du bonheur ». Le monde est donc une réalité à assumer telle qu'elle est, pour mieux la transformer, même si la vision d'un horizon euphorique réintroduit une certaine téléologie.

Au rebours de cette vision matérialiste de l'Histoire et du Monde, Teilhard de Chardin va tenter de rejeter le dualisme matière-esprit cher à Aristote et aux Pères de l'Église. Il opère un retournement radical, étudié par Bernard PIERRAT, de l'Académie d'Alsace, et réintroduit la notion téléologique de Dieu, à la fois Alpha, commencement de tout et Oméga, fin ultime. Pour lui, il existe bien dans l'évolution du monde et de

l'Humanité une trajectoire qui nous conduit vers Oméga. Il considère qu'il y a continuité entre matière et esprit : « Il existe seulement de la Matière devenant Esprit », par le biais de l'Évolution. La Matière alimente l'Esprit qui l'entraîne vers la conscience.

Dans un cosmos en constante évolution, le monde temporel est transformé par l'amour en monde éternel. Le spirituel crée une *noosphère* à la surface de la Terre, succédant à la *biosphère*. La matière inerte devient vivante puis pensante grâce à l'énergie qu'elle recèle, l'i*mmanence*. Il y a donc bien trajectoire, partant du chaos originel vers une organisation toujours plus élaborée.

Cette organisation naît de l'affrontement et du désordre : explosions énormes au cœur des étoiles, massacres d'êtres vivants. Mais chaque nouvelle organisation se révèle plus forte que la précédente, engageant l'énergie de *l'union créatrice*. L'esprit, épanouissement ultime de la matière, est donc en une continuelle progression, liée à l'accroissement de sa complexité. Le « Je » aspire à connaître un monde peuplé de « Tu ». *L'autre*, en particulier la femme, nous révèle à nous-mêmes.

Pour canaliser le mouvement de l'Évolution, il faut s'éclairer du savoir, concilier les acquis de la science avec l'aspiration à la spiritualité. Les deux critères essentiels du progrès de l'esprit sont la cohérence et la fécondité. « Nous entrons dans l'ère de l'humanisation » où l'individu compte moins que l'Humanité.

Oméga, vers quoi nous tendons, est un postulat qui relève de l'intuition. La foi est la négation des limites de l'homme. L'Évolution explique la Révélation ; la Révélation rejoint l'Évolution. Cette dernière n'est pas arrivée à son terme puisque la durée se poursuit dans la conquête de la Matière mise au service de l'Esprit.

Faut-il poser le postulat d'une dynamique de l'esprit qui garde l'homme en éveil et le mène vers l'innovation ? L'amélioration est-elle assurée ? C'est la question que pose le R.P. LEDURE, de l'Académie de Metz. En effet le risque est autant de perfectionnement que de dégradation. La réflexion de Husserl, en 1935, sur les rapports entre la crise de l'humanité européenne et la philosophie, en porte témoignage. Le philosophe s'interroge sur la rupture de l'Europe avec la tradition humaniste. Les sciences de l'esprit, qui sont approche de la vérité n'ont pas connu la même heureuse fortune que les sciences de la nature, dont le domaine est de certitude. Du coup on met entre parenthèses les sciences de l'esprit.

Ainsi la médecine scientifique utilise toutes les données de l'anatomie et de la physiologie mais ne prend pas en compte la dimension subjective de l'humain. Or le corps n'est pas tout l'homme. Si Nietzsche déclare : « Corps suis-je, tout et totalement, et rien d'autre », il faut se souvenir que, pour lui, le corps n'est pas exclusivement physiologique mais incorpore aussi l'activation de l'esprit. On a inversé la problématique de l'Antiquité et l'on a oublié l'esprit, alors que la liberté est de l'ordre de l'esprit. Ce dernier est dynamique de création, source de nouveauté. Si cette dynamique diminue, s'instaure un processus de décadence, d'autant plus dangereux qu'il est invisible. Ainsi la crise de l'Occident est due à une absence d'esprit. Si l'on songe à la date où Husserl prononce cette conférence au Kulturbund de Vienne, 1935, on est frappé par les conséquences désastreuses qu'elle laisse prévoir.

Le R.P. LEDURE nous invite donc à retrouver la fonction interrogative de l'esprit, celle qui lui permet de dépasser l'instant présent pour atteindre à un pôle d'éternité. L'homme alors se met à l'écoute de son intériorité, le regard qu'il porte sur le monde sensible repose sur le θαυμάζειν, la capacité d'émerveillement.

Actuellement, le déséquilibre entre le physiologique et le spirituel conduit à une régression culturelle. Privé de dignité, l'homme devient objet de valeur, alors qu'il doit être sujet de valorisation. On retrouve ici, à mon sens, les *Fondements de la métaphysique des mœurs* où Kant affirme à plusieurs reprises « L'homme existe comme fin en soi et non pas simplement comme moyen ». Cette dignité de l'homme repose sur le socle des monothéismes. L'homme moderne doit s'inscrire dans la tension vers le « pôle d'éternité » de Husserl.

La philosophie, depuis ses origines grecques, doit conserver sa dynamique d'interrogation contre sclérose, grâce à sa fonction d'étonnement. Elle met en œuvre la dynamique d'altérité de l'esprit. C'est cette dernière qui lui permet d'échapper aux tentations alléchantes de la matérialité. L'esprit est altérité dans la mesure où il déconstruit l'importance que se donne la matérialité. Nous rectifions ainsi le *Wellen zur Macht*, la volonté de puissance de Nietzsche, en lui ajoutant une dynamique d'excellence.

C'est aux origines de la vie, perçue en perpétuelle évolution que Bernard BRISOU, de l'Académie du Var, nous conduit, depuis les acides nucléiques, la communication intracellulaire et le développement des bactéries, le tout formant « au fil des millénaires, un immense buisson évolutif ». Au cours de millions d'années, les cellules se groupent en organismes, le système nerveux apparaît, donnant naissance à un langage interne.

L'apparition de *l'homo sapiens* représente un saut qualitatif. La fabrication des outils nous fait sortir de l'évolution. La mâchoire brandie par l'homme préhistorique devient satellite lunaire dans *l'Odyssée de l'espace*. Dès le Néolithique, l'Homme se sédentarise, enterre ses morts, décore ses grottes et crée une société. Nous sommes entrés en *hominescence*, selon le mot de Michel Serres, dans une nouvelle ère, en particulier par le langage numérique et le génie génétique. Les mailles, toujours plus serrées de la toile communicante laissent prévoir un nouveau saut évolutif avec l'avènement d'une sorte de « super-cerveau ». Quant au génie génétique, il permet clonage, greffes, culture de cellules-souches, eugénisme.

Tous ces progrès permettent d'apercevoir le problème que pose une croissance débridée dans une planète limitée. Vie plus facile et prolongée, tentatives de régulation des conflits, nécessité de gérer le bien commun, tout cela nous conduit sur la route du progrès. Les hommes sont de perpétuels migrants. Saurons-nous trouver un guide vers un avenir lumineux ?

Mais cette progression vers un idéal trouve sa source dans l'évolution du cerveau, qui, pour Robert GAILLARD, de l'Académie de Villefranche, retrace celle de l'esprit. Depuis 3,8 milliards d'années, les bactéries fonctionnent selon l'homéostasie, c'est-à-dire le maintien constant des conditions nécessaires à l'existence. Viennent ensuite la cellule à noyau contenant la molécule d'ADN. Les neurones se spécialisent dans le stockage et la transmission des informations. Chez un individu, le « cerveau reptilien », le plus ancien, ressent toutes les émotions, de façon à rester dans un état constant d'homéostasie. C'est le domaine de la réaction instinctive et animale. L'autre partie forme le « cerveau rationnel » qui constitue, dès l'état embryonnaire des banques de données. Il existe un perpétuel aller et retour entre « plus je ressens, plus je pense » et plus je pense, plus je ressens ».

L'analyse de l'*Iliade* — qui va droit à mon cœur d'homérisant — montre, selon l'auteur, que les hommes interrogeaient les dieux, qui leur répondaient. R. GAILLARD,

suivant Julian Jaunes, en voit la cause dans une sorte de schizophrénie, l'esprit étant bicaméral à cette époque, à cause d'une relation défectueuse entre les cerveaux gauche et droit. En tant que spécialiste d'Homère, je ne suis pas du tout certain du sérieux de cette affirmation. Je crois plutôt que le recours à l'intervention des dieux pour fournir une justification aux phénomènes naturels relève d'une première tentative pour expliquer le monde et ne plus le subir. Il s'agit donc bien, come l'*Iliade* le rapporte en 750 av. J.-C., de chercher le responsable divin, pour le convaincre et l'amadouer. C'est le but, encore de nos jours d'innombrables prières, dans toutes les religions. De même, je ne pense pas que la consultation des oracles soit postérieure à la croyance dans un pouvoir divin ; elle est concomitante et étroitement liée à cette dernière.

Pour l'auteur, la conscience naît donc progressivement chez l'homme, par régression de la bicaméralité. Certes, les grands dictateurs, à force de massacres, veulent faire disparaître la conscience individuelle dans une société bicamérale et collectiviste. Sans doute aussi, subsiste dans nos esprits une certaine nostalgie du divin que certains tentent de découvrir dans des paradis artificiels. Où peut-on donc espérer un progrès du cerveau ? Non pas dans un accroissement de son volume, mais dans celui du nombre de ses neurones, évolution lente et fragile !

Il faut se souvenir, avec Philippe TAQUET, Président de l'Académie des Sciences et qui nous a fait l'honneur de la communication inaugurale, que « les progrès de l'esprit dans le domaine de la science peuvent se mesurer à l'aune de la succession des grandes découvertes, mais aussi en retraçant l'histoire des révolutions scientifiques ». Il en définit trois, celle de la géohistoire, avec Cuvier, celle de l'évolution des espèces, avec Darwin, celle de la dérive des continents, avec Wegener. Mais il observe que ces théories, admises par l'ensemble des scientifiques contemporains à l'exception des créationnistes musulmans ou nord-américains, ne se sont pas imposées sans résistance et que ces pionniers ont eu à essuyer de nombreux sarcasmes. Lors du colloque de 2011, consacré à *La Découverte de la Terre*, nos confrères des Académies de Clermont et de Lyon avaient rappelé les querelles provoquées par les théories diluviennes ou ignées.

De plus, comme le dit Philippe TAQUET, les extraordinaires avancées dans tous les domaines de la connaissance posent encore de sérieux problèmes éthiques.

Les outils de progrès

Parmi toutes les victoires que remporte l'esprit, celles de la Médecine nous concernent au premier chef. Il convient d'y discerner la place des concepts de tradition, d'évolution et de révolution, pour comprendre comment, derrière l'efficacité de la médecine conquérante actuelle, se dissimule toute une philosophie. C'est ce que nous incite à faire Thierry LAVABRE-BERTRAND, de l'Académie de Montpellier.

Le Paléolithique, déjà, connaissait des trépanations réussies. Mais c'est Hippocrate de Cos, au V^e^ siècle av. J.-C., qui va libérer la Médecine des temples et la transformer en une science ouverte, fondée sur un discours rationnel. La médecine arabe, puis les médecins byzantins, après la chute de Constantinople, en 1453, vont transmettre le savoir antique, enrichi de leur réflexion en science physique. Au XVII^e^ siècle se produit la première « révolution biologique » avec les démonstrations d'Harvey sur la circulation sanguine, ainsi que la fondation solide des sciences exactes.

La Révolution brise le moule hippocratique ; la clinique moderne fait son apparition avec Laennec, Bichat, s'appuyant sur la méthode expérimentale de Claude Bernard.

L'exercice médical se transforme avec Pasteur, les vaccinations, l'antisepsie, avec la génétique de Mendel. Les sciences biologiques donnent à l'Homme les moyens d'agir sur lui-même. La tension entre théologie et médecine s'établît avec les tenants du « dessein intelligent ». En fait dans l'encyclique *Veritatis splendor*, Jean-Paul II refuse que l'on traite le corps humain comme un « donné brut ». C'est que l'on confond *philosophie* matérialiste et *démarche* matérialiste. Il existe un courant de pensée entre réductionnisme métaphysique et réductionnisme matérialiste. Dans cette dernière perspective, il s'agit, avec Durckheim, de présenter un ensemble de lois expérimentales. Notre Médecine actuelle repose sur la médecine expérimentale et sur les études statistiques qui ne conduisent qu'à des probabilités et à un univers voilé.

Une sorte de darwinisme opère une sélection parmi les différentes traditions. À l'âge d'Hippocrate le miracle grec permet une vision de l'univers issue de l'homme lui-même. Au XIX^e^ siècle le courant réductionniste et matérialiste passe au premier plan. En réalité, nous avertit Th. LAVABRE-BERTRAND, la Tradition transmet des intuitions fondamentales qui évoluent en formes différentes. Les révolutions renversent périodiquement les équilibres entre les courants.

Selon les mots de Chaptal « Le médecin embrasse tous les besoins de la société pour satisfaire à tous ». Parallèlement, microscopie, scanner, IRM sont créés pour répondre aux besoins de la médecine. L'allongement de la durée de la vie, le coût de la santé sont des conséquences de cette évolution. Pour autant, la Médecine est-elle en train de devenir une machine, prenant la place du médecin, réduit à n'être qu'un simple manipulateur ? La Société et la Médecine se rencontrent sur le plan éthique.

Qu'en est-il des rapports entre médecine et chirurgie ? En fait l'ouverture à l'esprit de progrès est d'abord plus marquée dans le domaine chirurgical. Jacques BATTIN, de l'Académie de Bordeaux, en apporte une preuve dans la guérison du Cardinal de Richelieu à Bordeaux, en novembre 1832. Souffrant d'une douloureuse rétention d'urine, il fut soulagé par des sondes souples confectionnées par un chirurgien de la ville. De même, en 1686, le roi Louis XIV fut guéri d'une fistule anale par le chirurgien François Félix. Ces chirurgiens, « artisans de la main », puisque *chiros* signifie « main » en grec, ont su très tôt inventer les instruments nécessaires à leurs interventions.

En opposition, la pathologie médicale s'enfermait encore dans les théories de l'Antiquité. Comment expliquer ce réalisme des chirurgiens et cet obscurantisme des médecins ?

Depuis l'Antiquité la Médecine était enfermée dans le système d'Aristote. Les théories d'Hippocrate étaient révérées à l'égal de dogmes théologiques. Servet, Giordano Bruno, Pietro Albano furent brûlés ou exilés. La circulation du sang d'Harvey devra au roi Louis XIV de pouvoir être enseignée au Jardin du Roi. De même, Louis XV crée l'Académie de chirurgie, mais l'Académie de Médecine dut attendre 1820 et Louis XVIII pour rejoindre l'Académie de Chirurgie. La naissance de la clinique se marque par l'invention du stéthoscope par Laennec. Bretonneau, Trousseau plaident pour l'identité spécifique de chaque maladie. La neurologie doit beaucoup à Charcot, « prince de la nosologie » qui décrit l'hystérie.

Les chirurgiens militaires s'appuient sur l'asepsie et l'anesthésie. Les pontages vasculaires sont rendus possibles par les expériences d'Alexis Carrel.

Au XIX^e^ siècle apparaissent quatre figures essentielles et quasi contemporaines qui montrent le chemin. Charles Darwin explique l'évolution biologique par la sélection

naturelle. Ainsi, l'adolescence, retardée dans l'espèce humaine, lui confère un avantage évolutif. Mais l'évolution peut s'inverser quand le stockage des graisses, utile en temps de famine, se révèle néfaste de nos jours. Gregor Mendel établit les lois de l'hérédité en observant végétaux et races d'abeille.

Un pas décisif est franchi par Claude Bernard qui estime que la médecine ne sortira de l'empirisme que par la méthodologie. Fonction glycogénique du foie, recherches sur le diabète, le pancréas, le curare, sur la fonction respiratoire du sang, sur les nerfs moteurs sont à mettre à son actif. Il avertit les médecins de ne pas fausser ou dénaturer « les faits cliniques pour les plier à leurs explications physiologiques hypothétiques ou prématurées ». Il pose les principes de la recherche clinique, l'observation suscitant des hypothèses qui doivent être vérifiées en laboratoire.

Louis Pasteur fonde les biotechnologies actuelles ainsi que la cristallographie, avec sa découverte de la polarité des cristaux, dextrogyres ou lévogyres, à l'origine de la stéréochimie. Il s'intéresse ensuite aux levures et aux fermentations du lait, du sucre de betterave, du vin et d la bière. C'est aussi la découverte de la stérilisation, de la maladie des vers à soie, du choléra des poules, du charbon, pour culminer avec la guérison de la rage chez le jeune Joseph Meister.

Dans les années qui suivent, les microscopes et les colorants allemands permettent de fonder la bactériologie et de découvrir les bacilles de la tuberculose, du choléra, de la diphtérie, du tétanos.

Depuis le milieu du XX^{e} siècle, nous vivons une troisième révolution, celle de l'exploration et de l'innovation. La médecine est-elle une science ou un art ? On peut avancer que c'est une science qui doit être appliquée à l'homme avec art.

Cette quête de vérité sous-tend toute démarche scientifique. Comme le fait remarquer Jean-Pierre NOUGIER, de l'Académie de Montpellier, le cheminement général de la pensée va de la croyance vers la certitude. Ainsi naît la Science. Mais, paradoxalement, plus on s'approche de la réalité, moins les choses sont claires.

On peut en découvrir une application dans le domaine de la lumière, en sa dualité onde-corpuscule, sa non-reproductibilité, sa non-localisation, son don d'ubiquité.

Entre le modèle corpusculaire de Newton et le modèle ondulatoire de Huyghens, la contradiction est totale. Or chacun d'eux rend compte de l'optique *géométrique*. Au XIX^{e} siècle, les expériences de Fresnel mettent en évidence le phénomène des interférences, les creux et les sommets des *ondes* amplifiant ou diminuant la lumière. Mais l'effet photo-électrique, au XX^{e} siècle, est mis en valeur par l'étude de Planck sur le rayonnement du corps noir. Einstein en déduit l'existence de particules, les *photons*. Louis de Broglie établit que toute onde peut se comporter comme un photon et vice-versa. En fait, il s'agit de deux *représentations* du concept de lumière.

Les ondes électromagnétiques sont polarisées. Elles sont utilisées en télévision analogique. Si l'on intercale des filtres polarisants, selon leur inclinaison, un photon a une chance sur deux de passer sans que l'on puisse prévoir le résultat. C'est la base de la *mécanique quantique* : la *probabilité* est une caractéristique intrinsèque de la mesure. Le résultat de la mesure modifie l'état du système, mais la moyenne de ces résultats redonne le résultat de la mesure classique. Il n'est donc pas possible, à l'échelle atomique, de reproduire une mesure, ce qui est pourtant le critère de l'expérience scientifique. On ne peut que déterminer la probabilité d'un résultat. L'espace quantique est donc sans rapport avec l'espace tridimensionnel et n'est pas lié à sa localisation spatio-temporelle.

La liaison entre deux particules induit un état *intriqué*, c'est-à-dire que le résultat de la mesure de l'une retentira instantanément sur l'autre en un temps *inférieur* à la vitesse de la lumière, même si elles sont très éloignées l'une de l'autre. L'interprétation de ce phénomène donna lieu à un débat entre Einstein et Niels Bohr. La réalité est donc différente de l'observation et peut nous être inaccessible.

Mieux encore, les ondes-particules sont dotées du don d'ubiquité. La particule explore toutes les trajectoires possibles, de façon simultanée. Toutes ces découvertes avaient déjà été pressenties par Pierre de Fermat, puis Maupertuis, selon le principe de « moindre action ». La masse n'est pas une propriété intrinsèque de la matière mais résulte de l'interaction de la matière avec un fluide de bosons. La réalité est donc simplement l'image que nous nous faisons du Monde. En somme, comme Socrate, « nous savons une chose, c'est que nous ne savons rien ».

Dans cet Univers incertain, où sont nos certitudes ? Le progrès technique n'est plus considéré comme salvateur mais provoque la peur. C'est le cas pour les technologies de la communication. Chacun a fait l'expérience de ces attentes interminables, rythmées par des chiffres à rappeler, des étoiles et des dièzes. Peut-on considérer qu'il s'agit de nous simplifier la vie ou de nous simplifier, nous aussi en nous transformant en automates, au risque de l'autisme ?

Ces techniques créent-elles un monde virtuel qui nous contraint de demeurer dans la caverne platonicienne ? Menacent-elles réellement nos manières de penser ? Pourtant, avec Marie-Jeanne COUTAGNE, de l'Académie d'Aix-en-Provence, il est possible de les considérer comme ouvrant la voie à une nouvelle manière de penser, collective. La prolifération des machines à communiquer conduit à l'interconnexion des systèmes. La cybernétique nous guide dans un monde de plus en plus complexe, en réunissant connaissance du tout et des parties. Le monde virtuel s'écrit en langage mathématique. Chacun a à sa disposition une puissance intellectuelle quasi sans limite. La technologie permet donc de redistribuer l'intelligence et de l'interconnecter. Faut-il alors imaginer une intelligence unique en réseau, expression d'une unité pensante ?

Peut-on alors songer à la *noosphère* de Pierre Teilhard de Chardin, résultat de la convergence des activités humaines, secondée par ces machines formidables ? Teilhard a théorisé, il y a plus de cinquante ans, un « système nerveux » planétaire, en voie de personnalisation et contribuant à former un *Esprit de la Terre*. La marche de l'évolution révèle une dialectique de progrès que les nouvelles technologies accélèrent. Pour *l'Homo progressivus* l'avenir importe autant et plus que le présent. Les nouvelles machines de communication nous aident à parvenir à ce niveau de mondialisation, porteur de plus d'espoirs que de peurs.

L'extension au niveau de l'univers de ces techniques de communication s'appuie sur un certain nombre de « découvreurs », auxquels Denis DE BRUCQ, de l'Académie de Rouen, rend hommage. Ce sont Claude Shannon, Alan Turing, Jack Killy, Rudolph Kalyan.

Claude Shannon est le père de la théorie probabiliste de l'information qui quantifie le contenu moyen d'une information. Comme beaucoup de scientifiques pendant la Seconde Guerre Mondiale, il travaille dans le domaine dans le domaine de la cryptographie et modélise la communication entre machine-source et machine-destinataire. C'est lui qui crée le concept et le mot « *bit* » comme mesure élémentaire d'information numérique. Il établit l'entropie de distribution de probabilité.

Mais tout est-il calculable ? C'est la question de l'intelligence artificielle, modélisée dans la machine de Turing. Tous les algorithmes, tous les raisonnements mathématiques peuvent être modélisés par les machines d'Alan Turing. Durant la Seconde Guerre Mondiale son décryptage des messages Énigme de l'État-major de la marine allemande contribua pour une grande part à la victoire des alliés. La Grande-Bretagne ne lui en sut aucune reconnaissance et on le traîna devant les tribunaux pour homosexualité. Il s'empoisonna au cyanure en croquant dans une pomme. Il se murmure que c'est là l'origine du logo d'Apple.

Les développements de l'intelligence artificielle conduisent à simuler l'intelligence humaine. Parmi les dispositifs intervenant dans un tel système, on peut recenser les traductions automatiques, les systèmes experts, la reconnaissance des formes, l'aide aux diagnostics.

Mais pour assembler ces machines, il a fallu passer de l'électronique analogique à l'électronique numérique. C'est Jack Killy qui crée le premier circuit intégré, porte logique qui donne naissance aux microprocesseurs et aux mémoires. Rudolph Kalyan est connu pour l'invention de son filtre. À partir des équations d'état et d'observation, on peut définir la meilleure estimation de la position d'un satellite. Mais, plus inquiétant, ces circuits ont permis l'écoute des téléphones portables, la surveillance d'Internet, la vidéosurveillance, la radio identification. On peut relever que, dans le plus grand secret, cinq pays anglo-saxon ont bâti un système automatisé d'écoute de toutes les communications, le Réseau *Echelon*. J'ajoute que, tout récemment la fuite d'Edgar Snowdon a révélé au monde que le programme *Prism* de la NSA pouvait pister toutes les conversations et tous les documents informatiques, dans le monde entier. Il s'agit d'utiliser les technologies de reconnaissance pour repérer un certain nombre de mots-clés dans les conversations. Il y a là de quoi frémir, à mon sens, mais sans doute est-il nécessaire d'être bien averti de ces procédés pour restaurer la liberté individuelle des citoyens.

À l'inverse des mathématiques, progressant, semble-t-il, de façon logique et progressive, les évolutions de la physique interviennent brutalement. Geneviève NIHOUL de l'Académie du Var, en donne un exemple qui appartient au XX^{e} siècle, celui de la physique nucléaire. À l'initiative de Ernest Rutherford on renonce à l'image d'un monde constitué d'atomes pour lui substituer celle d'un monde constitué principalement de vide. Les atomes possèdent un noyau qui joue le rôle d'un soleil autour duquel gravitent les électrons. C'est la base de la physique atomique, de la physique du solide et de la chimie théorique. Niels Bohr adapta cette structure atomique à la théorie des quanta. En 1919, Rutherford provoqua une *transmutation* artificielle en bombardant un atome d'azote avec des particules α. Il obtint un atome d'oxygène et un proton. La découverte des neutrons suivit, en 1932, avec Heisenberg et Chadwick. En bombardant l'uranium ou le thorium, Fermi découvre que ces éléments exhibent alors une radioactivité beaucoup plus forte qu'auparavant. En 1939 on repère que l'uranium bombardé se casse en deux noyaux, cette « fission nucléaire » provoquant la libération d'une grande quantité d'énergie. Comme la morale existe parfois en histoire, ce sont les savants obligés par le régime nazi de s'exiler qui vont, aux Etats-Unis, continuer leurs recherches. En décembre 1942 la première réaction en chaîne auto-entretenue était obtenue à Chicago. Le projet Manhattan se poursuivit ensuite jusqu'au largage de deux bombes atomiques sur le japon en 1945.

Les progrès se sont poursuivis. Mais s'agit-il bien de progrès et l'homme ne joue-t-il pas à l'apprenti sorcier ? Beaucoup de pays profitent de l'énergie nucléaire, mais savons-nous quoi faire des déchets ? Comme le remarque Geneviève NIHOUL, il serait trop facile d'exonérer les chercheurs et de transférer sur la société la responsabilité du mauvais usage de leurs découvertes.

Les acteurs de progrès

L'un des fléaux du XVIII[e] siècle est la malnutrition des populations, pour ne pas dire la famine. Dans sa belle introduction à notre colloque sur *La nation française* Emmanuel Leroy Ladurie nous a rappelé que les crises frumentaires de 1740 et 1770 ont fait 100 000 à 200 000 morts. L'intervention d'Antoine Augustin Parmentier dans la diffusion de la culture de la pomme de terre se révèle décisive. Le concours organisé par l'Académie de Besançon s'inscrit donc dans la volonté de trouver un remède au fléau ; il s'intitule « Indiquer les végétaux qui pourraient suppléer en tems de disette à ceux que l'on employe communément à la nourriture des hommes, et quelle devrait en être la préparation ? ». Marie-Claire WAILLE, de l'Académie de Besançon nous rapporte que cette Compagnie reçut huit mémoires et que Parmentier obtint le 1[er] prix. Contrairement à une opinion reçue, dans son texte Parmentier ne revendique pas le mérite de l'invention de ce légume. Tout au contraire, il parle des « pommes de terre que l'on trouve partout et dont la culture ne sauroit être trop multipliée ». Avant lui l'agronome normand François Muselé avait publié deux mémoires sur la pomme de terre. De plus, sur les huit mémoires reçus à l'Académie, tous sauf un proposent de recourir à la pomme de terre.

En fait ce n'est pas sur la proposition de la pomme de terre que l'Académie a couronné Parmentier. Elle a choisi, comme le fait observer judicieusement Marie-Claire WAILLE, « le meilleur mémoire sur le plan scientifique ». À la suite de son succès, Parmentier sera reconnu comme chercheur, nutritionniste et hygiéniste.

Au XVIII[e] siècle, déjà, se révèle « de façon spectaculaire l'action décisive des Académies en faveur du progrès », selon l'expression de Gilles RANCAREL et d'Henri TACHOIRE, de l'Académie de Marseille. L'abbé Guillaume-Thomas Raynal en sera l'un des éléments les plus actifs. En effet, à la suite de la condamnation et de la destruction de son œuvre historique sur les Indes, il se réfugie à la cour de Frédéric II de Prusse et puise dans sa fortune personnelle pour susciter des concours au sein des Académies européennes. Il n'en organisera pas moins de vingt-cinq, au service des idées nouvelles.

Le premier de ces prix, proposé à l'Académie de Lyon en 1780, porte sur les avantages et les désavantages de la découverte de l'Amérique. Le sujet est, naturellement, traité aussi dans les Académies américaines. Les auteurs de mémoires devaient les collaborateurs de Raynal. De retour d'exil, Raynal dote la Société Royale d'Agriculture pour lui permettre d'améliorer les instruments agraires les plus simples et d'en créer une collection. Un prix d'agriculture est fondé, pour récompenser la beauté des bestiaux et la perfection des cultures. Parmi les nombreux concours qui vont suivre, on relèvera les sujets qui portent sur les manufactures de la Ville de Lyon, la sévérité des lois, le commerce de Marseille, l'analyse chimique des terre, la détermination de la latitude en mer, la division décimale du jour. À Marseille le concours sur l'utilité de la sévérité des lois mit en lumière le refus unanime de la torture, de l'inégalité devant les châti-

ments, de l'atrocité des supplices. Les auteurs des mémoires mettent en cause la peine de mort et proposent de la remplacer par des « peines plus douces ». Ils n'étaient en avance que de deux siècles !

Peut-on parler de progrès si, même dans les sociétés développées, une grande partie de la population vit dans des conditions misérables ? À la suite des Lumières les théories « socialistes » se développent au début du XIX[e] siècle avec Cabet, Fourrier, Proudhon et Saint-Simon. On déplace la question de la pauvreté en considérant qu'il faut attaquer la misère non pas dans ses manifestations mais à la racine. Mais les applications pratiques de ces idées généreuses se soldèrent presque toutes par des échecs. Gérard HOCMARD, de l'Académie d'Orléans, nous invite à nous pencher sur un succès exceptionnel, celui de Robert Owen qui parvint à mettre en pratique le socialisme utopique.

Paradoxalement, tout part des catastrophes sociales entraînées par l'invention de métiers à tisser utilisant la force hydraulique. Comme à Lyon pour le métier Jacquard, la nouvelle technique provoqua le chômage et des manifestations violentes. Mais Owen comprit que la Révolution industrielle pouvait profiter à tous. Il fonda une usine de fabrication de ces métiers, puis s'associa à David Dale pour diriger à New Lanark, près de Glasgow les plus importantes filatures du Royaume Uni. Il va utiliser les profits considérables qu'il en tire pour améliorer les conditions de vie des ouvriers. Les enfants ne travaillent pas avant dix ans et, de cinq à dix ans, sont accueillis dans des écoles. À l'âge de dix ans, ils ne travailleront que sept heures par jour (au lieu de dix) et recevront trois heures d'enseignement secondaire. Cours du soir, crèches, dispensaires, soins gratuits, logements modernes viennent compléter le dispositif.

Owen est le père du mouvement coopératif de Grande-Bretagne. Il met en place un système d'achats en gros qui permet de réduire les prix. L'émulation entre ouvriers est encouragée, ce qui indigne les socialistes révolutionnaires. Mais la machine fonctionne bien et New Lanark accueille de nombreuses personnalités, dont le futur tsar de Russie, Nicolas 1[er] et Louis Napoléon Bonaparte.

Par la suite, plongé dans les campagnes réformistes, Robert Owen se consacre presque exclusivement à la réflexion utopique. Pour lui, comme le souligne Gérard HOCMARD, c'est la confrontation entre la valeur-travail et le machinisme qui est source de misère ouvrière. Il tente, en vain, de fonder, selon ces principes, une cité idéale aux Etats-Unis.

Le mouvement travailliste d'Attlee reprend une partie de ses thèses, en matière de protection sociale et d'éducation. L'échec des tentatives marxistes a remis en lumière la solidarité communautaire et la démocratie sociale auxquelles Robert Owen s'est attaché.

De l'œuvre d'André Marie Ampère, telle que la décrit Michel DÜRR, de l'Académie de Lyon, je retiendrai d'abord qu'il fait progresser l'esprit dans ses écarts. Une fois le résultat acquis, il passe à une autre question. Il inventorie le champ entier de la connaissance et tente d'évaluer les sciences pour mieux les faire progresser. L& lecture de Descartes et des Encyclopédistes le pousse à un optimisme intellectuel : la connaissance rendra l'homme « comme maître et possesseur de la Nature. ». Il y a une profonde continuité dans ses travaux, apparemment dispersés. Fréquentant le cercle d'Auteuil, chez la veuve d'Helvétius, il y rencontre Maine de Biran, Arago et tente une description du fonctionnement de l'esprit humain.

Il est élu à l'Académie des Sciences en 1804 pour ses travaux mathématiques.

Ensuite, il définit l'acide muriatique oxygéné comme un corps simple auquel il donne le nom de chlore, développe des vues originales sur la chimie prédictive et énonce la distinction entre atomes et molécules, c'est la loi d'Avogadro-Ampère. Mais ses modèles géométrico-physiques de molécule sont trop en avance sur leur temps. Bien qu'il soit partisan de la théorie corpusculaire de la lumière de Newton, il se laisse convaincre par Fresnel qui la considère comme une vibration longitudinale.

C'est en 1820 qu'a lieu l'expérience du savant danois Oersted qui prouve que les effets magnétiques sont produits par les mêmes forces que les effets électriques. L'expérience de la déviation d'une aiguille aimantée par une pile de Volta l'enflamme t le conduit à poser les bases de l'électrodynamique. Tout part du principe suivant : « Deux courants électriques s'attirent quand ils se meuvent parallèlement dans le même sens ; ils se repoussent quand ils se meuvent parallèlement en sens contraire. » Le magnétisme s'explique pour la Terre comme pour un aimant par des courants internes. Il définit alors les notions de tension et de courant. Le Congrès international des électriciens donnera, en 1881, son nom à l'unité d'intensité de courant électrique.

Quel que soit le statut que l'on attribue à l'esprit, le langage joue un rôle déterminant dans l'élaboration de la pensée. Tout commença avec l'étude des lésions cérébrales en rapport avec des troubles du langage, en particulier l'aphasie. Neurologues, psychologues, linguistes, phonéticiens se rencontrèrent dans cette recherche. Le désir de « caractériser l'organisation et le fonctionnement des représentations mentales » conduisit, à la fin du XX^{e} siècle à la neuropsychologie cognitive. Mais, comme nous le fait découvrir Jean-Luc NESPOULOUS, de l'Académie de Montauban, le véritable fondateur de cette science est Jacques Lordat, 1773-1870. Il fut professeur de médecine à Montpellier et, frappé d'aphasie transitoire, se soumit à un véritable examen clinique. Il fractionne le comportement verbal en dix niveaux. La première moitié de ces niveaux correspond à l'encodage du message verbal, la seconde aux mécanismes de contrôle.

On ne peut qu'être admiratif devant la précision clinique avec laquelle Lordat décrit son état d'*alalie*, c'est-à-dire de perte du vocabulaire, la pensée demeurant intacte. On le croit pourtant devenu stupide. Lordat note avec malice : « Cette erreur causa du chagrin à quelques uns, de la satisfaction à d'autres ». Il arrive à la distinction entre *paraphasie sémantique* et *paraphasie phonémique*. On retrouve cette architecture fonctionnelle dans les modèles psycholinguistiques de production du langage.

On peut en conclure la nécessité de faire appel aux linguistes pour échafauder des *modèles de compétence* qui décrivent les structures du langage « en temps réel ». On demandera aux psycholinguistes de fournir des modèles de performance qui prévoient l'entrée en jeu des paramètres mnésiques, attentionnels, temporels. On peut donc considérer, avec Jean-Luc NESPOULOUS, que non seulement l'esprit humain est en progrès, dans la mesure où il peut user de prolongements technologiques, mais aussi que son étude est en progrès, puisque l'on peut maintenant « visualiser le cerveau en action ».

Les expériences de progrès

Depuis la plus haute antiquité, nous rappelle Jean SALETTE, de l'Académie d'Angers, le premier souci de l'homme a été de se nourrir. La révolution néolithique l'a fait passer du statut de chasseur-cueilleur à celui de paysan. Mais la conduite de l'activité agricole doit être raisonnée, en fonction des lieux et des climats ; c'est

pourquoi au Moyen-Orient et en Egypte se développe une classe d'agronomes. On les retrouve en Grèce avec Théophraste et à Rome où se développe la tripartition *ager* (terres cultivées), *saltus* (pâturages), *hortus* (jardins). Par la suite, l'intérêt ne se relâcha pas. Bernard Palissy au XVI[e] siècle s'intéresse à la fertilisation des sols, avec les amendements, rejoint par les Allemands au siècle suivant. Conjointement les paysans s'appuient sur un empirisme intelligent, comme en Flandre. L'Angleterre densifie les relations entre agronomes et agriculteurs. La pratique du drainage se répand, avec celle des amendements et de engrais. Au XVIII[e] siècle parallèlement à l'entreprise de l'*Encyclopédie* (article Agriculture), Réaumur développe le projet de l'Académie des Sciences et publie une *Description des Arts et Métiers* où, loin de tout dirigisme, il met en valeur l'intelligence des « savoir faire » et « comment faire ». En 1748, les physiocrates soutiennent que la richesse d'une nation naît de son agriculture. On accorde de l'importance au fourrage et l'on crée des prairies artificielles. La chimie des sols est développée en Allemagne et en Angleterre. L'École de Grignon est fondée en 1826. En 1881 est créé un Ministère de l'Agriculture.

De nos jours la mécanisation est l'axe dominant du progrès agricole, libérant mais endettant hommes et femmes et conduisant à une très forte diminution du nombre des paysans. Le grand problème réside dans la méfiance du monde paysan devant toute tentative de dirigisme. Les agronomes doivent anticiper les besoins et les planifier, les agriculteurs doivent s'adapter de manière continue sans céder à l'esprit de changement. De ce point de vue, l'enseignement agricole joue un rôle essentiel, puisqu'il intègre la participation active des agriculteurs. Jean SALETTE nous rappelle cependant que quelques grands problèmes demeurent encore : la diminution des surfaces agricoles, les pertes après récolte. Il faut apprendre à mieux gérer l'eau, à utiliser prudemment la génétique pour améliorer plantes et animaux. Tout cela peut être organisé selon une réflexion prospective.

Dans la même perspective, Jacques DE LATROLLIÈRE, lui aussi de l'Académie d'Angers, interroge les rapports entre progrès et ruralité. Le progrès ne peut se réaliser que dans la liberté de penser et d'agir. Les Académies se sont heureusement opposées à tout ce qui pouvait y être un frein. Lors de la crise de conscience du XVIII[e] siècle, les bases de la société et de la foi sont remises en question. Une lente évolution historique nous a fait passer du statut de « sujets » à celui de « citoyens » et les Académies, avec parfois « hésitations et repentirs » ont accompagné ce mouvement. On prendra pour exemple Alfred de Falloux, président d'honneur de l'Académie d'Angers qui put réaliser à la fois un destin politique et des réalisations exemplaires, comme propriétaire terrien. Pour lui les notables doivent s'ouvrir au monde extérieur, mais en évitant les extrêmes qui ruinent la liberté : l'esprit n'est en progrès que s'il est vigilant.

Or, ériger le progrès en dogme conduit, sur le plan économique, au libéralisme et à un déséquilibre social marqué. Mais l'esprit n'est en progrès que s'il contribue à construire l'avenir de chacun. Les « coalitions » sont interdites, les conditions de travail dépendent du bon vouloir des employeurs. La situation est différente en Anjou, rural à 70 %.

Des responsables et, en particulier des membres de l'Académie d'Angers, ont tenté d'améliorer l'agriculture, dans les domaines de la viticulture, de l'arboriculture et de l'élevage. L'organisation de comices agricoles permet de comparer et de s'informer. De nouveaux tracés de routes et l'arrivée du chemin de fer vont modifier la donne. De plus, les grands propriétaires royalistes, déçus, après 1871, dans leurs espérances politiques, vont se consacrer au développement de leurs domaines. Certains d'entre eux

vont fonder la branche agricole des cercles catholiques d'Albert de Mun. Pour aider les petits exploitants, avant la création du Crédit agricole en 1918, le syndicat agricole d'Anjou avait organisé sa propre caisse de crédit, des assurances, des coopératives d'achat et une École supérieure d'Agriculture.

Les notables considéraient comme de leur devoir religieux et social d'aider à ces transformations, en s'appuyant sur une élite rurale, dans la volonté d'être acteurs de leur destin.

Mais parfois, le Destin nous joue des tours et le progrès ne s'instaure pas au moment attendu. C'est la leçon que nous livre Marius COUSIN, de l'Académie de Villefranche et du Beaujolais. L'esprit de progrès se constitue par allers et retours entre la théorie et l'expérience. Toute découverte est le fruit d'un long processus d'erreurs, de retours en arrière et d'oubli. En 1780, la famille Galvani s'aperçoit, lors de la préparation anatomique d'une grenouille que les contractions du batracien sont en rapport avec les étincelles électrique d'une machine placée à proximité. Il s'agissait d'un « choc électrique en retour », comparable à celui provoqué par la foudre. En 1861 Maxwell prévoit l'existence des ondes électromagnétiques. Hertz construit un diapason électrique qui, mis en relation avec un circuit secondaire, produit, en 1887, des ondes stationnaires présentant « de multiples nœuds ». En 1890 Branly monte une expérience avec de la limaille de fer placée dans un tube de verre muni d'électrodes. Il met en évidence une variation de la limaille de fer en fonction de la production d'une étincelle. À vingt mètres de distance, l'aiguille du galvanomètre dévie. Le phénomène atteint quatre-vingts mètres si on adjoint une antenne. S'appuyant sur ces travaux Marconi réalise en 1899 la première liaison radio au dessus de la Manche. Son premier message est adressé à Branly. Comme le dit Marius COUSIN, des phénomènes incompréhensibles attendent encore des génies qui les comprendront et les expliqueront.

Toute une réflexion scientifique s'organise autour…du cheveu. On sait, avec Michel PAUTY, de l'Académie de Dijon, que les cheveux font partie de la série triboélectrique, en détenant une charge électrique positive. Si l'on isole le corps et que l'on porte son potentiel à 100 000 volts, les cheveux vont se dresser sur la tête. Au XVIII^{e} siècle, Saussure propose les cheveux comme base d'hygromètres, en utilisant la capacité du cheveu à absorber l'humidité. Quelle est donc la structure du cheveu ? Monge avait pressenti qu'elle devait être constituée en surface par des lamelles en écailles de poisson. Les microscopes confocaux ont confirmé cette intuition. Bel exemple de l'esprit en progrès.

La diffraction d'un cheveu éclairé par un faisceau laser est une transformée de Fourier. Cette technique doit permettre de mieux connaître la nature du cheveu. Quant à sa mécanique « c'est un bon exemple de système mécanique simple à comportement complexe. ». Cette analyse permet de modéliser mathématiquement le problème de la courbure du cheveu. Toutes techniques qui trouvent leur application dans l'industrie du cosmétique.

Léandre POURCELOT de l'Académie de Touraine nous projette bien plus loin dans l'espace, dans l'univers de la microgravité et nous invite à étudier les conséquences du séjour en apesanteur des 500 astronautes qui, depuis 1961, ont ressenti cet état. La gravité terrestre a, pendant des millions d'années, formé l'homme à supporter une gravité de 1 G. En absence de gravité, tissus musculaires et nerveux, cellules subissent des modifications importantes. Leur étude permet d'envisager le séjour de l'Homme sur la Lune et sur Mars.

Or la microgravité entraîne le mal de l'espace, dû à un dysfonctionnement de l'oreille interne, la désadaptation cardio-vasculaire qui concerne la masse sanguine, des problèmes psychologiques. Les muscles squelettiques s'atrophient, la masse osseuse diminue, le système immunitaire perd des lymphocytes, l'irradiation cosmique peut provoquer des conséquences en carcinogenèse et sur le système nerveux central. Quant aux sorties dans l'espacé, elles comportent des risques d'emboles et de vomissements.

Pour pallier ces dangers, on établit dans l'habitacle une circulation forcée de l'air ; on garde la liaison avec le sol, grâce aux satellites relais et l'on peut même réaliser des opérations de télémédecine. D'une façon générale, on attache beaucoup d'attention au facteur humain et aux problèmes de comportement.

Au retour en gravité normale, il faut décompresser la partie inférieure du corps et vérifier le système cardio-vasculaire. Les équipes de Tours se sont penchées sur ces études. Le vol habité franco-soviétique avec Jean-Louis Chrétien a permis d'utiliser un échographe pour cette analyse. L'appareil a été réemployé en 1984 sur la station Salyut 7, puis en 1985 sur la navette spatiale de la Nasa avec Patrick Baudry. Un nouvel échographe, « l'As de Cœur » a permis des expériences en télé-médecine, pour des missions qui impliquent des spationautes français, de 1988 à 1996. De même la décalcification a pu être mesurée, par un système ultrasonore. L'équipe de biophysique de Tours, pour tous ces travaux a reçu le Judith Resnik Award, qui porte le nom de l'enseignante morte lors de l'accident de Challenger en 1985. De nombreux appareils ont profité de la réussite de ces recherches, capteurs à ultrasons, télé-échographie, robot échographique télécommandé. Il s'agit bien à la fois de remédier aux conséquences néfastes d'un séjour prolongé dans l'espace et d'en appliquer les résultats dans la vie quotidienne.

Conclusion

Au terme de cette réflexion, quelle conclusion tirer ? Au cours des siècles, l'esprit a-t-il réellement progressé ? L'homme, pour Nietzsche, est un « être des lointains » sans cesse tendu vers un horizon qu'il ne parvient jamais à atteindre. Faut-il pour autant se décourager et renoncer à croire dans L'esprit en progrès ? Tout est affaire de temps. L'homme de Neanderthal a occupé ces territoires pendant 120 000 ans puis il a disparu, même si nous conservons encore certains de ses gènes. L'homme de Cro-Magnon apparaît, il y a 80 000 ans. Ses descendants, au moins en Europe, ont constamment tenté de progresser, malgré les détours, les remises en cause, toujours insatisfaits de leur savoir. C'est ainsi que, depuis la « soupe primordiale », l'évolution de la vie nous conduit peu à peu vers « l'hominescence » et le point Oméga.

Il est vrai que, parfois, on est saisi d'horreur devant la cruauté humaine. Pour un Condorcet que de Fouquier-Tinville ! Les catastrophes majeures que constituent l'hitlérisme et le stalinisme nous font comprendre que le totalitarisme peut entraîner les pires perversions de l'esprit. Même avec les meilleures intentions du monde, on ne peut jamais être sûr qu'une découverte ne va pas déboucher sur un désastre. Les avatars du nucléaire sont là pour nous en convaincre.

Mais les progrès de la médecine, de la chirurgie, de la physique, les miracles de la communication instantanée, la conquête de l'espace sont autant de jalons que pose l'esprit vers une meilleure maîtrise du monde. Nous sommes encore des enfants trébuchant au seuil de l'avenir. Puissions-nous avoir la sagesse de ne pas gâcher notre héritage.

Impression d'après documents fournis
bialec, nancy (France)
Dépôt légal n° 81034 - octobre 2013

AKADEMOS

Revue de la Conférence Nationale des Académies des Sciences, Lettres et Arts

---

Académie des Sciences, Agriculture, Arts et Belles-Lettres d'Aix

Académie des Sciences, Lettres et Arts d'Alsace

Académie des Sciences, Lettres et Arts d'Amiens

Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts d'Angers

Académie Florimontane d'Annecy

Académie d'Arles

Académie des Sciences, Lettres et Arts d'Arras

Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Besançon et de Franche-Comté

Académie Nationale des Sciences, Belles-lettres et Arts de Bordeaux

Académie Nationale des Sciences, Arts et Belles-Lettres de Caen

Société Nationale Académique de Cherbourg

Académie des Sciences, Lettres et Arts de Clermont

Académie Delphinale

Académie des Sciences, Arts et Belles-Lettres de Dijon

Académie des Jeux Floraux

Académie des Belles-Lettres, Sciences et Arts de La Rochelle

Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon

Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Mâcon

Académie des Sciences, Lettres et Arts de Marseille

Académie Nationale de Metz

Académie de Montauban – Sciences, Belles-Lettres, Arts, Encouragement au Bien

Académie des Sciences et Lettres de Montpellier

Académie de Nîmes

Académie d'Orléans – Agriculture, Sciences, Belles-Lettres et Arts

Académie des Sciences, Belles-lettres et Arts de Rouen

Académie des Sciences, Belles-lettres et Arts de Savoie

Académie de Stanislas

Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse

Académie des Sciences, Arts et Belles-Lettres de Touraine

Académie du Var

Académie des Sciences Morales, des Lettres et des Arts de Versailles et des Yvelines

Académie de Villefranche et du Beaujolais

L'ESPRIT EN PROGRÈS

L'homme, pour Friedrich Nietzsche, est « un être des lointains », sans cesse tendu vers un horizon qu'il ne parvient jamais à atteindre. Faut-il pour autant se décourager et renoncer à croire dans *L'esprit en progrès* ? Tout est affaire de temps. L'homme de Cro-Magnon apparaît il y a 80 000 ans. Ses descendants, en Europe, ont constamment tenté de progresser, malgré les détours, les remises en cause, toujours insatisfaits de leur savoir. C'est ainsi que, depuis la « soupe primordiale », l'évolution de la vie nous conduit peu à peu vers l'*hominescence* et le point Oméga.

Il est vrai que, parfois, on est saisi d'horreur devant la cruauté humaine. Les catastrophes majeures que constituent l'hitlérisme et le stalinisme nous font comprendre que le totalitarisme peut entraîner les pires perversions de l'esprit. Même avec les meilleures intentions du monde, on ne peut jamais être sûr qu'une découverte ne va pas déboucher sur un désastre ; les avatars du nucléaire sont là pour nous en convaincre.

Mais les progrès de la médecine et de la chirurgie, les miracles de la communication instantanée, la conquête de l'espace sont autant de jalons que pose l'esprit vers une meilleure maîtrise du monde. Nous sommes encore des enfants trébuchant au seuil de notre avenir.

INSTITUT DE FRANCE
FONDATION
SIMONE ET CINO DEL DUCA

La Fondation Simone et Cino del Duca de l'Institut de France *a pour but de favoriser la recherche dans les domaines scientifique, culturel et artistique, en France et à l'étranger, par le moyen de subventions, de Prix et d'aides attribués chaque année sur proposition des Académies de l'Institut de France.*

NUMÉRO 32
OCTOBRE 2013
AKADEMOS
23, quai Conti
75006 PARIS

Prix du numéro : 20 €

ISSN : 1261-8144